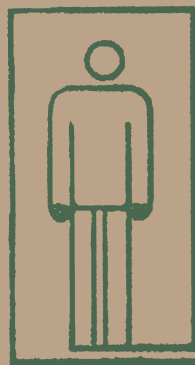




Д. Меустер

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Д. Меустер



ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

BEHAVIORAL FOUNDATIONS OF SYSTEM DEVELOPMENT

David Meister

U. S. Navy Personnel Research
and Development Center

A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION

JOHN WILEY & SONS NEW YORK•LONDON•SYDNEY
•TORONTO
1976

Д. Мейстер

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Перевод с английского

Т. П. БУРМИСТРОВОЙ и В. А. ЦЫПИНА

под редакцией

канд. психологических наук В. М. МУНИПОВА

Издательство «МИР»

Москва 1979

Книга написана крупным американским ученым в области эргономики и посвящена анализу, систематизации и теоретическому обобщению обширного объема исследований, связанных с разработкой сложных систем «человек — машина». Рассмотрены основные характеристики системы «человек — машина», влияние входных данных на деятельность оператора и функционирование системы, проблемы таксономии задач, принятия решений и групповой деятельности операторов, а также роль различных видов обратной связи. Используя системный подход к изучению человеческих факторов, автор намечает перспективы развития эргономики как научной дисциплины.

Рассчитана на разработчиков сложных систем, специалистов в области эргономики и инженерной психологии, психологии и физиологии труда, системного анализа и дизайна, а также на преподавателей и студентов технических и художественно-промышленных вузов.

Редакция литературы по новой технике

1502000000

М $\frac{30108-149}{041(01)-79}$ 149-79

Copyright © 1976 John Wiley & Sons, Inc.
All rights reserved. Authorized translation
from English language edition published by
John Wiley & Sons, Inc.

© Перевод на русский язык, «Мир» 1979

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

Предлагаемая вниманию советского читателя монография известного американского ученого — одна из серии книг, издаваемой фирмой «Уайли» под его же общей редакцией, по актуальным проблемам эргономики, или человеческих факторов, как называют эту дисциплину в США.

Автор принадлежит к числу ведущих специалистов, которые осознают недостаточную разработанность концептуальных основ этой дисциплины и все большее внимание уделяют вопросам теоретического характера. Мейстер знаком советскому читателю по книге, написанной им совместно с Дж. Рабидо, «Инженерно-психологическая оценка при разработке систем управления» (пер. с англ.— М.: Советское радио, 1970).

Настоящая книга посвящена рассмотрению фундаментальных проблем эргономики. В ней подводятся итоги развития этой научной дисциплины за последние годы, предпринимаются поиски более плодотворных подходов к разработке эргономических проблем проектирования современной техники. Во многих случаях проблемы только намечаются, но и это представляет несомненный интерес. Подбор материала и его анализ подчинены главной теме, которая волнует автора,— будущему эргономики как системной дисциплины. При этом имеется в виду развитие эргономики не только и не столько по образу и подобию системотехники, с которой она тесно связана, сколько в направлении все более четкого выявления специфики собственно предмета исследования и методики эксперимента, теоретических концепций и методологических подходов.

Особенность книги и ее же достоинство состоит в организации материала в соответствии с так называемой концепцией примеров. Весьма обширный материал описанных в литературе исследований автор классифицирует по типичным направлениям эргономики, представленным наиболее характерными для них работами — примерами (приводятся около 200 таких примеров). Предпосылками для постановки очередного вопроса и выбора соответствующих примеров служат выводы, сделанные на основе анализа предшествующих примеров, что определяет логическую связность излагаемого материала. В этом отноше-

нии значение книги трудно переоценить, особенно если иметь в виду слабую систематизацию опубликованных результатов эргономических исследований. Выполнив всесторонний анализ большого объема зарубежной литературы по эргономическим проблемам разработки сложных систем, Мейстер, к сожалению, не воспользовался результатами исследований советских ученых и специалистов из социалистических стран, которые эффективно работают над многими затронутыми в книге проблемами. Следует отметить, что в качестве объекта эргономического изучения автор в основном использовал сложные системы военного назначения. Это объясняется тем, что исследования человеческих факторов в США и других промышленно развитых капиталистических странах во многом определяются задачами создания и эксплуатации военной техники.

В данной книге основное внимание уделяется практическому применению результатов эргономических исследований при проектировании сложных систем. Такая направленность книги определила ее структуру, что позволило автору удачно изложить огромный экспериментальный материал. Все главы, за исключением первой и последней, композиционно идентичны и построены по одному и тому же принципу: 1) концептуальное введение (термины и определения, изучаемые переменные); 2) методическое описание исследований, примеры исследований, условия экспериментов, выводы, общее заключение; 3) практическое применение полученных в исследованиях данных. Книга содержит не готовые решения эргономических проблем, возникающих в процессе разработки сложных систем, а широкий спектр возможных подходов к ним, что является одним из ее достоинств.

Соглашаясь с Мейстером относительно того, что отдельные используемые в эргономике термины не имеют еще необходимого теоретического обоснования, мы достаточно осторожно обращались с терминологией, применяемой автором, и не сочли возможным сколько-нибудь существенно ее изменять. Однако следует иметь в виду, что авторская интерпретация отдельных задач и методов эргономики отличается от принятой в отечественной литературе.

В целом книга содержит много ценных теоретических положений и интересных сведений, знакомство с которыми принесет практическую пользу разработчикам сложных систем, специалистам в области эргономики и всем тем, кто по роду своей деятельности связан с вопросами учета человеческих факторов при проектировании различного промышленного оборудования.

Перевод выполнен Т. П. Бурмистровой (предисловия к серии и книге, гл. 1—4) и В. А. Цыпиным (гл. 5—7).

В. М. Мунипов

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЕРИИ

Эффективность использования техники в значительной степени обусловлена способностью людей приводить в действие и обслуживать создаваемые ими же самими машины. Конструкция оборудования, в которой вполне сознательно учтены возможности и ограничения, присущие человеку, увеличивает эффективность работы системы. В противном случае функционирование последней ухудшается, и оборудование может не выполнить своего назначения. Это соображение имеет исключительно важное значение именно теперь, когда обеспечение эффективной работы проектируемых систем большой сложности связано с заметным расширением функций обслуживающего персонала.

Как же достигнуть того, чтобы машина и выполняемые ею операции были действительно спроектированы с учетом возможностей человека? Система знаний о данных, принципах и рекомендациях, касающихся поведения человека (т. е. наука о *человеческих факторах*), должна быть представлена так, чтобы ее могли использовать проектировщики. Такие понятия, как «простота выполнения операции» или «безошибочная работа», должны быть выражены в виде характеристик оборудования или системы.

Наука о человеческих факторах — одна из новых инженерных дисциплин¹⁾. Может быть, именно поэтому инженерам и специалистам, изучающим человеческие факторы, не хватает единой ориентации, которая позволила бы им найти общий язык. Серия книг «Человеческие факторы», издаваемая фирмой «Уайли», ставит своей задачей облегчить их взаимопонимание, раскрывая значение эргономических принципов для проектирования систем и предлагая ряд эргономических исследований поведения человека, которые могут способствовать решению проблем. Исходные предпосылки написания данной серии в целом и каждой книги в отдельности состоят в том, что учет человеческих факторов целесообразен, когда он способствует успеху инженерной разработки. Поэтому во всех книгах

¹⁾ В США научные дисциплины, изучающие поведение человека, получили название биовиоральных наук. — *Прим. ред.*

серии сделан акцент на *практическое применение* этой дисциплины в процессе проектирования систем.

Поскольку изучение человеческих факторов зависит от конкретных областей применения (проектирование и системотехника, промышленная и экспериментальная психология, антропология, физиология и исследование операций — лишь некоторые из них), вся серия рассчитана на возможно более широкий круг читателей. Каждая из книг этой серии показывает значение человеческих факторов для какого-либо ответственного этапа разработки систем, такого, как проектирование, испытание или моделирование. Хотя читатель и не найдет в них готовых ответов на все вопросы, авторы серии надеются, что такой прагматический подход позволит многим специалистам, занимающимся проектированием оборудования, эффективнее решать возникающие перед ними проблемы.

Д. Мейстер
редактор серии

ПРЕДИСЛОВИЕ

Читатель книги, включающей обзор и оценку литературы по эргономике, должен знать предпосылки автора, лежащие в основе его исследований, а также ограничения, накладываемые на представленные им выводы.

В данной книге сделана попытка разобраться в том, что говорится в литературе, относящейся к исследованиям в области эргономики (определяемой очень широко как литература, описывающая поведение персонала), по поводу разработки больших систем «человек — машина» (которые обычно называют СЧМ, или просто «системами»). Системы, при разработке которых должны использоваться эргономические данные, весьма сложны, так как выполняют многочисленные функции, часто в один и тот же момент времени, и требуют взаимодействия операторов. В таких системах в основном имеет место *обработка информации*, поэтому следует учитывать прежде всего перцептивные и когнитивные, а не психомоторные функции оператора.

Иногда книги, посвященные изучению человеческих факторов, подвергаются критике за излишнее внимание к военной тематике. Действительно, большинство из приводимых мною примеров имеют к ней непосредственное отношение: противовоздушная оборона, воздушная разведка, командование и управление, сонарное и радиолокационное оборудование, коммуникации и поставка оружия. Есть и другие, из гражданской сферы, а именно управление воздушным транспортом и диспетчерская служба такси. К сожалению, таких примеров в книге оказалось гораздо меньше, чем хотелось бы, поскольку в литературе им отводится очень мало места. Рассматривая авто- и авиатранспортные системы, можно было бы большее внимание уделить функциям управления, выполняемым вручную.

Существенной особенностью книги является также и то, что я не пытался подвести итог всем или хотя бы большей части обширных исследований по эргономике, описанных в литературе. Основная ее направленность — создание систем — определила круг исследований, имеющих, по моему мнению, непосредственное отношение к отдельным стадиям системных работ, а

именно: анализу, проектированию, разработке, испытанию, оценке, а также функционированию оборудования.

Рассматриваемые исследования, наиболее характерные для данной проблемы, представлены мною в виде последовательности примеров, критическое осмысление которых способствует, как мне кажется, лучшему пониманию направлений и подходов эргономики.

Исследования, не включенные в примеры, описаны менее подробно. Однако я не могу претендовать на полную завершенность изложения материала, содержащегося в выбранных примерах.

Более того, и в описании отдельных примеров нельзя было достигнуть такой степени детализации, которая могла бы оказаться желательной для читателя. Предлагаемый материал обеспечивает лишь понимание основных вопросов рассматриваемого исследования. Подробное описание каждого исследования привело бы к увеличению объема книги вдвое.

Поскольку бихевиориальные факторы системы в значительной степени взаимосвязаны, некоторые темы рассматриваются в разных главах и разделах. Например, материалы о входных данных могут быть найдены в гл. 2 и 4, о групповой деятельности — в гл. 4 и 5, об организации экипажа — в гл. 3 и 5 и т. д.

Сделанные мною выводы в некоторых случаях основаны лишь на тех немногих исследованиях, которые были освещены в литературе по данному вопросу, поэтому читатель должен быть достаточно осторожен и использовать только выводы, подкрепляемые большим количеством исследований. Я сделал попытку собрать все имеющиеся сведения по конкретным вопросам, но, к сожалению, когда литература изучается по отдельным специфическим темам, объем найденных сведений оказывается весьма незначительным. При обобщении имеющихся данных я иногда объединял сведения, полученные при изучении разных функций (например, наблюдения и слежения), хотя функциональные различия могут вызвать некоторые сомнения в целесообразности такого подхода.

Основное допущение, принятое мною, состояло в том, что оператор является подсистемой и находится под контролем СЧМ, а его поведение нельзя понять вне рассмотрения системы в целом. Объяснение поведения системы и подсистемы должно соответствовать уровню этого поведения. Поэтому не следует рассматривать поведение оператора и СЧМ на уровне переменных величин, значимых только для поведения индивида. Принципы, основанные на результатах исследований индивида, могут быть применены к оператору и системе весьма осторожно.

Исследования системы «человек — машина» должны в идеальном случае отвечать следующим требованиям:

1. Перед оператором должны ставиться такие задачи, при выполнении которых их действия преобразуются в выходные сигналы системы. Преобразование должно осуществляться посредством реального или имитируемого взаимодействия отдельных подсистем, а также подсистем и системы в целом.

2. Задачи, выполняемые операторами, должны охватывать функционирование всей системы в целом, а не ее отдельных компонентов.

Примером задачи, не отвечающей этому условию, является изучение времени ответной реакции на вспышку одного индикатора. Такая задача характерна для индивида, а не для системы, поскольку почти ни одна система не может ограничиться использованием единственного индикатора. Именно из-за ограничений такого рода я не включил в книгу многие исследования, относящиеся к эргономике или операциям с отдельными органами управления и дисплеями.

3. Выполняемая задача должна выбираться из числа задач реальной окружающей среды или быть их явным аналогом. Рабочая нагрузка и характеристики испытуемых также должны приближаться к реально существующим в действительности.

4. Наряду с реакцией индивида необходимо также измерять и сигналы на выходе системы, причем их величины должны быть взаимосвязаны.

5. Значения исследуемых переменных величин следует определять по тому влиянию, которое они оказывают на выходные характеристики системы.

6. При эргономическом изучении сложных систем преобразование, выполняемое согласно п. 1, должно иметь место по крайней мере на двух уровнях подсистем, например между двумя операторами, каждый из которых выполняет в системе существенно различные функции.

Примеры эргономических исследований, рассматриваемые в настоящей книге, отбирались в соответствии с вышеизложенными критериями. К сожалению, лишь немногие из экспериментов, описанные в литературе по эргономике, отвечают им полностью. Поэтому ради законченности изложения материала потребовалось включить в книгу некоторые исследования, лишь частично отвечающие предъявленным требованиям.

Поскольку при проверке на соответствие полному списку требований количество найденных исследований резко сократилось, далее в некоторых случаях будет отмечено, что число фактов, свидетельствующих «за» или «против» выдвинутой гипотезы, недостаточно.

За исключением гл. 1 и 7, книга построена по следующему плану:

1. Введение (определение терминов, переменных величин и задач исследования).
2. Полученные результаты.
 - А. Выводы.
 - Б. Примеры исследований (один или два эксперимента, иллюстрирующих предшествующие выводы).
 - В. Повторение пп. А и Б, если это необходимо.
 - Г. Краткие выводы.
3. Рекомендации по проектированию систем (применение полученных результатов исследований). Цель этих рекомендаций — как можно лучше увязать полученную в результате описанных исследований информацию с ее практическим использованием.

Автор надеется, что книга окажется полезной широкому кругу специалистов: 1) ученым — как обзор поучительных результатов, ранее выполненных исследований и возможный источник новых гипотез, 2) преподавателям и студентам — как дополнительная учебная литература и руководство, стимулирующее дальнейшие поиски литературы, 3) психологам — как пример использования психологических исследований реальной деятельности и 4) разработчикам систем — как руководство по вопросам эргономических исследований проектируемых систем.

Читателю не следует ожидать от книги слишком много, так как автор не претендует на исчерпывающее рассмотрение всех затронутых вопросов. Поскольку между переменными, характерными для индивида и системы, имеется много общего, на страницах книги читатель найдет описание многих переменных, свойственных психологии человека, но рассматриваемых *исходя из функционирования системы*. Это означает, что литература по психологии индивида не обсуждается.

Первоначально я намеревался представить все релевантные данные в итоговых таблицах и графиках, как это имеет место в технических справочниках. При этом книга стала бы гораздо полезнее для инженеров. Однако такой подход оправдывает себя лишь в отношении переменных величин, описывающих способности индивида, таких, как острота зрения (например, представление графика зависимости угла зрения от вероятности обнаружения цели, суммирующего результаты многих исследований). Подобная форма представления материала оказалась неприемлемой из-за самого характера рассматриваемых переменных и прежде всего вследствие их микроприроды: переменные взаимодействуют с таким большим количеством факторов (в особенности с конкретными характеристиками задач), что комбинирование данных (в отличие, например, от обобщения выводов) на основе эргономических исследований различных

задач или параметров не имеет смысла. Поэтому принципы и данные даются в терминах соответствующих эргономических исследований, исходя из заданных условий эксперимента.

В заключение я должен выразить признательность Американской ассоциации психологов и издателям следующих журналов за разрешение воспроизвести графический материал: «Американский психолог», «Бихевиоральная наука», «Человеческие факторы», «Журнал патологической и социальной психологии», «Журнал прикладной психологии», «Журнал инженерной психологии», «Журнал экспериментальной психологии», «Организация деятельности и поведения человека», «Перцептуальные и моторные навыки» и «Психономическая наука».

Большая часть этой книги была написана в то время, когда я работал в Исследовательском институте армии США по бихевиоральным социальным наукам в г. Арлингтоне, шт. Виргиния. Поэтому я должен поблагодарить весь персонал библиотеки института за предоставленную мне возможность использовать ее фонды. Сотрудница библиотеки Центра подготовки и изучения персонала ВМС США Мэри Макдауэлл оказала весьма большую помощь в поиске документации, помеченной литерами AD. Само собой разумеется, что все выраженные здесь взгляды принадлежат исключительно автору и не отражают мнения представителей армии или военно-морских сил США.

Д. Мейстер

Сан-Диего, Калифорния,
январь 1976 г.

ВВЕДЕНИЕ В КОНЦЕПЦИЮ СИСТЕМЫ „ЧЕЛОВЕК — МАШИНА“

Ниже излагается концептуальная схема, необходимая для понимания последующих глав. Описаны концепция системы «человек — машина» (СЧМ) и те допущения, на которых она основывается, определяются переменные, влияющие на функционирование системы, и вводится понятие неопределенности как параметра, характеризующего все системы без исключения.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ „ЧЕЛОВЕК — МАШИНА“

Система «человек — машина» по существу представляет собой концепцию, основанную на определенных допущениях, о которых речь пойдет ниже. СЧМ — абстракция, а не физическая конструкция или тип организации. Это прежде всего некоторая структура, используемая при анализе систем.

СЧМ является концепцией потому, что она связана с ненаблюдаемыми преобразованиями (входных сигналов в выходные, стимулирующих воздействий в реакции на них); увидеть же можно только результаты преобразований. О том, что происходит внутри системы, так же как и о поведении человека, можно судить лишь по предшествующим входным и последующим выходным данным.

Существуют различные определения системы «человек — машина». Не удивительно, что они носят весьма общий характер. Например, Миллер [9] определяет систему «человек — машина» как «машины и люди плюс процессы, посредством которых они взаимодействуют в окружающей их среде»; Морган и др. [10] предпочитают говорить, что это «любая группа людей и машин, функционирующих как единое целое при решении поставленной задачи или совокупности задач».

В наиболее общем виде система определяется Холлом [4] как совокупность объектов с их взаимосвязями и атрибутами.

Любое достаточно полное определение, способное охватить весь спектр характеристик системы, становится малопонятным и теряет свою практическую ценность. Йодан [5] предположил, что попытка дать более строгое определение СЧМ обречена на неудачу. Такое определение приобретает смысл только в том случае, когда известна конкретная система, к которой оно относится. Тем не менее, несмотря на отсутствие точного определе-

ния СЧМ, изучение характеристик системы полезно (другие определения и изучение систем в общем виде можно найти у Ван-Гига [11]).

Общим элементом для всех определений СЧМ является понятие целенаправленности. Поскольку система представляет собой искусственное образование, ее характеристики зависят от цели, поставленной разработчиком. (Это — положительный отход от неоднозначности, характеризующей понятие цели в традиционном психологическом понимании.) Аналогом целей человека здесь служит определенная совокупность требований к системе, на основе которых можно воссоздать ее конфигурацию, а также выполняемые ею функции и операции.

Всем системам и в особенности «живым», — а СЧМ является «живой» системой, поскольку ею управляет оператор, — присущи некоторые общие характеристики. К наиболее важным характеристикам относятся следующие: 1) все элементы системы взаимодействуют друг с другом, 2) каждый элемент оказывает влияние, пусть малое, на другие элементы и на систему в целом, и 3) функционирование системы сопровождается преобразованием энергии и вещества из одного вида в другой [8].

Отличительной чертой СЧМ является возможность обеспечения связи системы с внешней средой с помощью электронного или механического интерфейса (средств сопряжения), позволяющего не только существенно умножить количество необходимых типов преобразований, но и значительно расширить окружающую человека среду. В качестве исключительного примера можно привести посадку человека на Луну. Принимая в качестве критерия сравнения характеристики преобразования, можно вывести следующие различия между системами и индивидами.

Индивид преобразует энергию и осуществляет элементарные взаимодействия со своим непосредственным окружением без промежуточных средств. У него нет орудий (кроме рук) для взаимодействия со средой, которая поэтому с трудом поддается изменению.

На более высоком уровне индивид может расширить свои возможности, взаимодействуя с другими индивидами. Такое взаимодействие является непосредственным и почти всегда вербальным (словесным) и иногда осуществляется с помощью электромеханического интерфейса (например, телефона). Здесь мы можем говорить о группе, или системе «человек — человек».

Оператор как подсистема СЧМ в качественном отношении более сложное явление, чем индивид или группа лиц: он взаимодействует с окружающей средой посредством интерфейса, осуществляющего преобразование энергии или вещества.

Как только индивид получает орудие для взаимодействия с окружающей средой, он превращается в оператора. Орудие

может быть таким простым, как палка, которой он рисует на песке, или столь сложным, как космический корабль, управляемый им в полете на Луну.

При использовании простого инструмента, например палки, трудно сказать, имеем мы дело с оператором или индивидом. Однако основное различие между ними состоит в способности индивида оказывать влияние на окружающую среду с помощью какого-либо механизма, а не только своей мускульной силой.

На еще более высоком уровне находится *многооператорная система «человек — машина» (МСЧМ)*, или, короче, *многооператорная система*. Она состоит из двух или более операторов, взаимодействующих друг с другом и окружающей средой через электронномеханический интерфейс. В свою очередь такие системы также классифицируются по уровню сложности: от системы с минимальным количеством операторов (двумя) до такой огромной системы, как космический стартовый комплекс НАСА в Хьюстоне.

Основное внимание в этой книге направлено на изучение многооператорных систем и в меньшей степени на систему из одного оператора.

Кажется вполне естественным поставить знак равенства между индивидом и оператором, или между группой и многооператорной системой. Однако такое отождествление неправомерно. Оператор вместе со своим оборудованием — нечто значительно большее, чем индивид. Целеустремленность СЧМ, которая определяется задачей, поставленной разработчиком системы, возлагает на оператора особые функции, не свойственные индивиду, а именно управление системой. Поэтому цель системы может быть охарактеризована точнее, чем цель индивида, при этом ее легче определить или изменить.

Таким образом, поведение индивида и поведение оператора системы не тождественны. Когда индивид включен в систему, многие факторы, влияющие на его поведение, не могут быть изучены методами дифференциальной психологии. По крайней мере в этом отношении наука о «человеческих факторах» занимает особое положение. Она имеет свое рациональное обоснование и использует принципы психологии, значительно расширяя область ее применения.

ДОПУЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В СИСТЕМЕ „ЧЕЛОВЕК — МАШИНА“

В табл. 1.1 приводятся допущения, лежащие в основе концепции СЧМ. Более подробное объяснение будет дано в следующих параграфах.

Поскольку оператор представляет собой подсистему СЧМ, его поведение должно быть подчинено выполнению общих целей системы, а его деятельность считается эффективной только тогда, когда способствует их достижению¹⁾). Воздействие поведения оператора на систему в целом может быть определено

Таблица 1.1

Основные допущения, принятые в системе «человек—машина»

1. Категория «человек—машина» образует систему (СЧМ), элементы которой—человек, машина и среда—представляют собой подсистемы, организованные определенным образом и подчиняющиеся общим требованиям системы.

2. Элементы СЧМ взаимодействуют между собой, влияя друг на друга и на систему в целом.

Будучи искусственным образованием, система целенаправленно (посредством предъявляемых к ней требований) программируется на получение определенных результатов (на основе заранее заданных входных данных).

а) Общие требования системы обуславливают работу подсистемы и определяют входные и выходные характеристики.

б) Работа системы активизируется и направляется необходимостью выполнения этих требований.

в) Система функционирует адекватно только в том случае, если эти требования выполняются.

г) Невыполнение требований, предъявляемых к системе, приводит к изменениям ее функционирования.

4. Как и другие «живые» системы, СЧМ и ее подсистемы функционируют во времени и пространстве и поэтому зависят от изменений, происходящих в указанных измерениях.

5. Выходные параметры всех подсистем должны обеспечивать получение требуемого результирующего продукта на выходе системы в целом; в противном случае работа подсистем становится неэффективной.

6. В той мере, в какой это допускается структурой ее построения, система осуществляет самонастраивание с целью оптимизации соотношений входных и выходных параметров в соответствии с общесистемными требованиями.

только относительно ее целей. Отсюда следует, что для описания системы имеет смысл учитывать только те исследования, в которых поведение оператора соотносено с требованиями системы (выраженными в виде выходных параметров системы).

Для разработки эффективно действующих СЧМ подсистему «оператор» необходимо проектировать в соответствии с требованиями, предъявляемыми ко всей системе, что может быть реализовано различными способами, а именно: созданием обору-

¹⁾ Излишне говорить, что это допущение имеет глубокий этический и гуманистический смысл. Иногда, например, допускают, что индивидуальные цели и желания не должны учитываться при разработке и функционировании системы. Автор отвергает такую точку зрения; если требования системы противоречат потребностям персонала, то почти наверняка эта система будет неэффективна.

дования и методов работы, предусматривающих специфику поведения операторов; отбором операторов с соответствующими способностями и обучением отобранного персонала для выполнения требуемых функций. В любом случае СЧМ конструируется таким образом, чтобы направить поведение индивидов на достижение целей системы.

Система разрабатывается людьми как единое целое для выполнения действий в соответствии с заданными целями; поэтому соответственно и процесс конструирования СЧМ, вполне разумный с точки зрения разработчиков, является по существу и наиболее критической областью исследований для специалистов по эргономике. Данные и принципы поведения человека будут иметь ограниченную ценность, если они не связываются с назначением системы.

Цели, поставленные перед системой, определяются как *требования*, которым она должна удовлетворять по окончании разработки (например, обеспечивать полет при скорости X км/ч или обрабатывать N элементов информации в час).

Общее требование ко всей системе обуславливает требования на более низком уровне к подсистемам и элементам и частично определяет их характеристики¹⁾. Это вытекает из логического характера процесса разработки систем. Чтобы разработать систему X , нам надо создать последовательность $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ входящих в ее состав элементов, признаков или характеристик.

Поскольку системные требования формулируются исходя из выходных характеристик системы и не отражают в явном виде поведения оператора, первоочередной задачей разработчика системы становится их преобразование в эквивалентную форму, описывающую поведение оператора, и соответственно определенные принципы проектирования оборудования, основываясь на данных о поведении.

СЧМ функционирует в пространстве и во времени. Мы, например, знакомы с перемещением транспортных средств в пространстве и с теми изменениями на входе транспортной системы в целом, вызывающими то или иное перемещение.

Однако, по существу, подвижность транспортной системы во времени имеет большое значение. Как люди, так и машины изменяют свои характеристики с течением времени. Изменения во времени связаны с двумя факторами.

¹⁾ Мы говорим «определяет частично», так как обычно на более высоком уровне имеются альтернативные способы удовлетворения требований. Например, можно выполнять функцию автоматически, полуавтоматически или вручную. Желательный механизм выбирают, исходя из соотношения затрат и полезного эффекта.

1. Выполнение задачи в *заданное время* может быть общесистемным требованием (например, «открыть огонь через 3 мин»). Поэтому цели и подцели могут иметь значение только по отношению к какому-то интервалу времени. Например, одно только предчувствие того, что поставленная задача в *заданное время* невыполнима, может привести оператора в сильное стрессовое состояние. Условия задачи также могут изменяться из-за временных флуктуаций входных данных. Высказывались даже предположения [2], что способности оператора изменяются в течение времени выполнения задачи.

2. Реакции оператора меняются с течением времени как следствие входных сигналов, навыка работы, утомления и изменчивости мотиваций. В то время как характеристикам оборудования и выходным параметрам системы свойственны очень медленные изменения (иногда эти изменения проявляются только после тысяч операционных циклов), поведение оператора может изменяться весьма быстро, часто во время выполнения одной задачи или одного операционного цикла.

Поэтому ключом для понимания поведения системы является изучение эволюции взаимоотношений оператора и системы. К сожалению, этому аспекту уделяется мало внимания, если не считать процесса подготовки персонала.

Инициирование работы системы и весь дальнейший процесс ее функционирования обычно обуславливаются необходимостью выполнения общесистемных требований. Невыполненное еще требование задачи мотивирует поведение оператора (при условии, что он хочет взаимодействовать с системой) и побуждает его добиваться функционирования системы заданным наперед способом для удовлетворения этого требования. Следовательно, неспособность адекватно удовлетворить критерии функционирования приводит к частичному или полному отказу системы.

Система «человек — машина», целостность которой обеспечивается единством целей, пытается сама регулировать свою деятельность, направленную на достижение поставленных целей. В такого рода самонастраивающейся системе обратная связь, организованная с помощью дисплея и других средств передачи информации, становится критически важным элементом. Однако стремление к самонастраиванию создает в работе системы и незапланированные изменения. Например, предчувствие оператора относительно возможности невыполнения задачи и предпринимаемые им попытки добиться успеха могут сделать его работу напряженной, а также привести к изменениям системных характеристик или искажению входных сигналов вследствие потери передаваемой информации.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГООПЕРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ „ЧЕЛОВЕК — МАШИНА“

Многооператорная система организована иерархически, т. е. каждый более высокий уровень состоит из систем низшего уровня. Концепция *уровня системы* важна потому, что подсистемы более высокого порядка могут иметь свойства (например, сложность, зависимость), не присущие подсистемам низшего уровня. Очевидно, что взаимодействие между различными уровнями системы оказывает значительное влияние на функционирование всей системы.

Поскольку функционирование любой подсистемы определяется подсистемой более высокого уровня, элементом которой она является, соответственно и требования, предъявляемые к подсистеме более высокого порядка в процессе разработки, необходимо выражать как функцию требований, предъявляемых к подсистемам низшего уровня. Однако процесс такого преобразования требований от одного уровня к другому допускает различные альтернативные варианты, причём выбор того или иного из них часто делается на субъективной основе, что может привести к неоптимальному проектированию подсистемы. Следовательно, если процесс преобразования требований не адекватен, результирующая система может оказаться неэффективной.

Преобразование энергии или вещества, осуществляемое в *пограничной* среде, разделяющей подсистемы, является существенной характеристикой МСЧМ. Каждая индивидуальная система или подсистема имеет свою собственную среду.

Таким образом, имеется большое число границ и сред между системами, между системой и окружающей ее физической средой, а также между системой и входящими в ее состав подсистемами и их элементами.

Поскольку передача энергии и вещества производится через пограничную зону, определяющую конкретную среду, и так как среда является источником входных сигналов системы, представляется практически важным (т. е. важным для проектирования) определить, где должна находиться пограничная зона и из чего должна состоять ее среда. Проектирование поверхностей взаимодействия оборудования зависит от характеристик пограничной среды, выраженной проектировщиком концептуально. Пограничной зоной для оператора может стать панель индикации (например, экран электронно-лучевой трубки), а для мастера-наладчика — электронная схема.

Точно так же если мы хотим измерить работу оператора или системы, то необходимо определить поверхности взаимодействия и границы, в пределах которых происходят преобразования. Часто это определяется достаточно явно; в других

случаях, например при эксплуатации оборудования, это сделать чрезвычайно трудно. Там, где выполняются многочисленные функции, могут быть и многочисленные поверхности взаимодействия.

Необходимо также определить и влияние среды. Среда молекулярных компонентов (например, части деталей) почти не оказывают непосредственного влияния на оператора, за исключением тех случаев, когда какой-либо компонент системы выходит из строя и вся система начинает неправильно функционировать. Другие среды (как, например, почва) оказывают значительно большее влияние на операторов таких систем, как танки, корабли или самолеты.

Преобразования энергии или вещества осуществляются посредством *входных* и *выходных* сигналов, которые представляют собой результат или продукт *передачи* энергии или вещества через пограничную среду. Это может происходить на трех уровнях: 1) в системе, 2) между подсистемами на одном или разных уровнях, 3) между подсистемами и системой в целом.

В результате последнего преобразования создается то, что подразумевается под конечным продуктом системы. Поскольку преобразования происходят на разных уровнях, для правильного описания работы системы все они должны быть измерены.

Неправомерно называть входные и выходные сигналы соответственно стимулами и реакциями. Первые описывают процессы в системе и подсистемах, вторые — процессы, происходящие в человеческом организме. Однако они тесно связаны друг с другом, так как поверхность взаимодействия механических и электронных средств сопряжения предназначена для преобразования входного сигнала в стимул для оператора, а реакцию оператора — в выходной сигнал.

Входные и выходные сигналы относятся к событиям в системе или вне ее. Например, событием на входе может быть появление танка противника на дальнем гребне холма; вид этого танка в бинокль оператора (поверхность взаимодействия) является стимулом. На выходе сообщение об обнаружении танка представляет собой реакцию оператора, а открытие огня — выходным сигналом (продуктом) системы.

Может показаться, что различия эти случайны и носят лишь теоретический характер, поскольку входные сигналы и стимулы, а также выходные сигналы и реакции часто совпадают; но различия эти очень важны.

При исследовании человеческих факторов мы рассматриваем процесс преобразования входных сигналов в стимулы, а реакций оператора — в выходные сигналы. (Процессы, обуславливающие взаимосвязь стимулов и реакций, являются областью исследования для психолога, поскольку они происходят исклю-

чительно в человеческом организме.) Недостаточно глубокое изучение проектировщиком характеристик событий на входе системы может привести к неэффективности работы наиболее действенного в системе механизма преобразования.

С точки зрения исследователя человеческих факторов, процесс преобразования играет важную роль в методологии измерения МСЧМ. Не представляется возможным составить корректное и достаточно полное описание такой системы без проведения необходимых измерений как результатов преобразований, получаемых на выходе подсистемы и системы в целом, так и реакций операторов. То есть осмысленное описание системы предполагает проведение измерений двух типов (индивида и системы), причем ни одно из них в отдельности не может дать адекватных данных.

Суть требования, касающегося одновременности в измерениях индивида и системы, состоит в том, что данные, характеризующие лишь реакции индивида, не могут быть эффективно использованы в качестве бихевиористской базы при проектировании системы.

Все процессы в системе связаны со *стоимостью* расходуемых ресурсов, в том числе энергии, времени и мощности, необходимых для получения конечного продукта, изменяющейся в зависимости от характера процесса и времени. Расход ресурсов может происходить внезапно или по истечении некоторого времени, быть кратковременным или длительным. Некоторые типы систем способны оптимизировать протекающие в них процессы, тем самым улучшая свои характеристики, благодаря снижению стоимости расходуемых ресурсов.

Эффективность функционирования такого рода систем определяется используемой оператором стратегией отбора выходных сигналов системы. В целом работа системы оценивается путем сопоставления результатов выполненных задач со стоимостью ресурсов, затраченных на достижение поставленных целей.

ПЕРЕМЕННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ СИСТЕМЫ

Сложность характера процессов, протекающих в системе, обуславливает наличие большого числа переменных, оказывающих влияние на ее выходные параметры. В данном разделе представлена таксономия этих переменных. Следует отметить, что, несмотря на ряд попыток найти приемлемые способы оценки таксономии задач (см. гл. 3), не было предпринято достаточно интенсивных усилий, направленных на определение таксономии системы (см. [3] и др.).

Таксономия переменных системы, разработанная для данной книги, представляет собой настоящий калейдоскоп. Некоторые переменные, такие, как организация системы, структура коммуникаций и критерий функционирования, являются более или менее фиксированными и зависят от способа разработки системы. Другие, например входные параметры системы и характеристики среды, более динамичны; они могут частично регулироваться разработчиком и потребителем, но могут и совсем не поддаваться контролю. Переменные, относящиеся к обслуживающему персоналу, представляют собой нечто среднее. Они частично видоизменяются в соответствии с целями системы, а также критериями отбора персонала и его обучением, частично фиксированы вследствие биологических ограничений индивида.

Организация системы

Организация подсистемы: иерархическая, последовательная, параллельная, независимая, зависимая, избыточная

Подсистемы могут быть организованы иерархически, т. е. располагаться друг относительно друга на разных уровнях подчинения. Если работа одной подсистемы полностью или частично зависит от входных сигналов другой, то говорят, что имеет место последовательная организация. Независимая работа подсистем служит определением параллельной организации. Если некоторые подсистемы выполняют одинаковые функции, они называются избыточными. Большинство сложных систем используют вышеупомянутые способы организации.

Последовательная работа подсистем имеет большую вероятность отказа, поскольку функционирование одних подсистем тесно связано с эффективностью функционирования других. При этом взаимозависимость подсистем может привести к возникновению непредвиденных реакций, что повышает как гибкость системы, так и величину неопределенности ее поведения.

Количество подсистем

Размер и сложность системы определяются числом входящих в ее состав подсистем и совокупностью их возможных состояний. Предполагается, что чем больше размер и сложность системы, тем ниже скорость ее адаптации к изменяющимся исходным данным. Размер системы, при котором она становится неадаптируемой, может частично зависеть от жесткости предъявляемых к ней требований.

Функция подсистемы: тип, количество

Подсистема может выполнять или одну-единственную функцию, или несколько функций одновременно или последовательно. Предполагается, что чем большее число различных функций выполняет подсистема, тем она должна быть сложнее; при этом большая сложность приводит к увеличению вероятности неэффективного функционирования или отказа.

Процедурная изменчивость

Процедурная изменчивость — это тот диапазон, в пределах которого допускается введение персоналом незапрограммированного изменения операционных процедур во время работы системы. Процедурная гибкость подразумевает непредвиденные реакции и более высокую степень неопределенности в получении корректного ответа. По мере приобретения опыта работы у операторов проявляется тенденция к снижению процедурной изменчивости.

Требования системы: качественные — количественные, специальные — общие

Характер требований системы, и особенно точность их представления, чрезвычайно важны для проектирования. Качественные и общие требования затрудняют разработку эффективной системы. Мейстер [7] излагает более подробные соображения по этому поводу.

Типы систем: датчики, информационные дисплеи и обработка данных, коммуникации, обслуживание, производство, выбор и поставка вооружения, командное управление, транспортировка, строительство, право, здравоохранение, административная, культурно-массовая и общественная деятельность

Типы систем определяются той целью, которой они служат. Однако у систем различных типов часто наблюдаются близкие механизмы поведения. Поскольку цели военных и гражданских систем различны, часто прибегают к полному и безоговорочному допущению относительно того, что их структура, организация и метод функционирования также различны. Это неправильно: для каждой гражданской системы существует ее военный двойник. Например, системы производства имеют место как в военной, так и в гражданской областях, причем в каждой из них есть системы права и здравоохранения. Если рассматривать системы с точки зрения выполняемых ими функций (связанных, например, с обработкой информации и управлением), а не их назначения, то различия между системами становятся

минимальными; сложные системы различных типов часто выполняют идентичные функции. Военные и гражданские системы находятся под влиянием почти идентичных переменных величин.

Системы «человек — машина» различаются по тому, в какой степени они 1) стремятся управлять другими системами (как, например, в военной сфере); 2) позволяют получать результаты социального характера; 3) исследуют (воспринимая внешнюю информацию) и стремятся контролировать или модифицировать окружающую среду; 4) управляют персоналом, обслуживающим данную систему или другие системы, например правовые системы; 5) производят и обслуживают свои или другие системы.

Таким образом, системы отличаются друг от друга в зависимости от их взаимодействия со средой, с другими системами и со своим собственным персоналом.

Характеристики задач: трудность, упорядоченность, сложность, организация

Характеристики задач (определяемые в гл. 3) считаются одним из главных факторов, оказывающих влияние на работу системы. Говорят, что задача изоморфна с системой, если содержит все элементы системы, необходимые для выполнения определенной функции в любой момент времени работы.

Однако понятие системы значительно шире понятия задачи, поскольку оно предполагает возможность преобразования продуктов решения отдельных задач в продукт более высокого порядка, получаемый на выходе системы. Тем не менее единственно возможным практическим способом понять процессы, протекающие в системе, является исследование характеристик отдельных задач, поскольку именно они влияют на выходные параметры системы.

Персонал

Количество: необходимое, имеющееся

При недостаточном количестве персонала эффективность функционирования системы значительно падает, поэтому разработчик обычно стремится не допустить такого положения. Для небольших и относительно простых систем нетрудно определить соответствующее количество необходимого персонала, поскольку функциональные требования легко соотнести с особенностями отдельных операторов.

Для больших систем, требующих большого количества людей для выполнения многих и различных функций (например: личный состав корабля), проблема определения необходимого

количества персонала усложняется, поскольку взаимодействие персонала (которое не так просто предсказать, исходя из требований, предъявляемых к системе и задачам) играет здесь более важную роль. Разработчики обычно склонны завышать, а не занижать количество персонала, необходимое для обеспечения работы системы.

Предпосылки: внутренние (возраст, пол, национальность, способности, личные качества, мотивация); внешние (опыт, подготовка); характеристики экипажа (обязанности, организация, распределение ответственности)

Если не принимать во внимание способностей индивида, которые могут значительно ограничить функционирование оператора и системы, внутренние переменные, связанные с индивидом, по-видимому, играют минимальную роль в функционировании системы, за исключением тех случаев, когда они могут оказать влияние на установку индивида или когда требования задачи чрезвычайно жестки. В определенных границах люди всех возрастов и обоих полов могут выполнять большинство работ. Однако мы знаем очень немного о влиянии этих внутренних переменных на работу системы.

Были проведены некоторые исследования в отношении возраста и установки и весьма мало исследований, учитывающих пол, национальность и личностные характеристики человека. Почти отсутствуют исследования, связывающие эти переменные непосредственно с функционированием системы.

Личностные и мотивационные факторы, очевидно, влияют на работу системы заметнее всего в тех случаях, когда операции системы являются незапрограммированными и в значительной степени зависят от саморегуляции оператора в отношении выходных сигналов (например, в исследовательской лаборатории).

Что касается внешних переменных характеристик персонала, то, скорее всего, его подготовка имеет существенное значение для эффективного функционирования системы «человек — машина».

Если область влияния подготовки на работу оператора исследовалась довольно подробно, то в отношении изучения влияния подготовки операторов на отдельные характеристики системы, а также на систему в целом было сделано сравнительно мало. Немного известно и о влиянии различных видов опыта на работу одного оператора и деятельность всего экипажа.

Для характеристик экипажа может иметь важное значение распределение ответственности в нем, поскольку это связано с организацией системы в целом (и особенно таких систем, в которых экипаж должен уметь адаптироваться к изменяющимся

входным сигналам). Организация подсистем может в свою очередь обуславливать распределение ответственности между членами экипажа.

Структура коммуникаций: количество и организация каналов

Коммуникации можно рассматривать с разных точек зрения: а) как выход системы первого порядка (в коммуникационных системах), б) как вспомогательный механизм обеспечения связи в некоммуникационной системе (например, средство завершения обработки выходных данных первого порядка, которое может считаться выходом второго порядка), в) как некоторое понятие, включающее в себя знания отношений между операциями системы; в этом случае коммуникации отражают существенные черты и возможности операций. Во всех перечисленных выше случаях коммуникации могут выступать в качестве меры работы системы. В системах с высокой процедурной изменчивостью организация коммуникационных каналов должна быть достаточно гибкой.

Входные данные: количество, частота, длительность, характеристики, способ представления

Атрибуты входных данных — количество, частота, длительность и т. п. — должны быть знакомы каждому, кто изучал работу индивида. Все они влияют на оператора и, возможно, на работу системы. Тем не менее характеристикам входных данных следует уделить особое внимание.

Структурированные входные данные (например, буквенно-цифровые) имеют высокую степень регулярности и избыточности и воспринимаются относительно легко. *Неструктурированные* входные данные (например, нечеткие видеосигналы) нерегулярны и требуют анализа и интерпретации. *Изменчивость* входных данных характеризует частоту их изменения во времени. *Упорядочение* относится к повторению идентичных входных данных во времени. *Релевантные* входные данные могут быть непосредственно связаны с задачей системы, *нерелевантные* — не могут. *Распределение* входных данных характеризует зону досягаемости, в пределах которой группа операторов имеет доступ — прямой или косвенный, немедленный или отсроченный — ко всей информации, необходимой для выполнения их задач (например, все операторы радиолокаторов наблюдают за одним и тем же табло, при этом один оператор наблюдает за азимутом, другой за углом возвышения). Операторы, принимающие неструктурированные, неупорядоченные или нерелевантные входные дан-

ные, имеют больше шансов совершить ошибку при их интерпретации и формулировании ответа. Поэтому влияние таких входных данных на выходные параметры системы весьма ощутимо.

Выходные данные: количество, частота, длительность, характеристики, способ использования (данных оборудования и оператора)

Необходимо различать поведение операторов и выходные сигналы, вырабатываемые операторами. Многие особенности поведения операторов лишь незначительно связаны с выполнением задачи; большинство выходных данных являются релевантными для ее выполнения, однако некоторые из них, такие, как социальные коммуникации между членами экипажа, могут и не быть таковыми. Некоторые выходные данные направлены исключительно на выполнение требований задачи, в то время как другие выполняют функции управления процессами внутри системы. Использование многих выходных данных программируется еще до начала работы системы, тогда как другие предназначены для выполнения действий в исключительных или непредвиденных ситуациях (например, при аварии).

Критерии функционирования системы, задачи персонала

Критерии, характеризующие систему, включают надежность (оборудования и человека), управляемость, устойчивость к внешним воздействиям, стоимость, удобство в обслуживании (для операторов), результат (выход) и эффективность (выход по отношению к стоимости).

Критерии, характеризующие задачу, учитывают количество и точность выходных данных, время реакции, а также очередность и временные задержки.

Критерии деятельности персонала связаны с реакциями каждого оператора и экипажа, а именно: временем реакции, точностью, количеством реакций, скоростью, изменчивостью и т. д.

Рассмотренные критерии могут выражаться с помощью независимых или зависимых переменных. Независимые переменные предъявляют к оператору требование, которое активизирует его функции в системе, например требование создать N -е количество единиц. Зависимые переменные характеризуют работу оператора и системы и могут быть использованы для ее измерения.

Подобно тому как требования, предъявляемые к системе, определяют конфигурацию системы, системные критерии преобразуются в критерии, характеризующие деятельность персонала, управляя тем самым работой каждого оператора.

Поскольку перечисленные критерии определяют три различных аспекта функционирования системы, исследователь может по-разному оценивать ее работу, учитывая тот или иной критерий.

Основные трудности, возникающие в процессе интерпретации влияния действия операторов на работу системы, связаны с использованием интегрированных критериев. Однако раздельное применение критериев может создать ошибочное представление о работе системы.

Факторы окружающей среды: локализация, характеристики

Окружающая среда как источник входных данных представляет большой интерес для специалиста в области человеческих факторов. Однако, если не считать исследований, касающихся структурных характеристик среды (например, температуры) и ее влияния на физическое состояние, этому аспекту изучения системы уделялось мало внимания.

Каждый элемент системы (система в целом, подсистема, оборудование, блоки) имеет свою собственную пограничную среду, где происходят требуемые преобразования. Локализация среды осуществляется на этапах проектирования системы или измерения ее параметров. Здесь речь идет о физической среде, хотя ее можно рассматривать и как психологическую, разумеется соотносящуюся с физической, представляющую собой источник входных сигналов, преобразуемых в стимулы оператора. Психологическая среда тесно связана с поведением индивида и с трудом поддается пониманию и контролю. Поэтому и сказано о ней в этой книге будет не много.

Физической среде как источнику входных сигналов присущи многие характеристики, свойственные последним. Вот некоторые из них: 1) изменчивость (скорость изменения состояния среды), 2) диапазон изменения среды и 3) инертность, или диапазон, в котором среда определяется *только* действием своей собственной системы (см. [1]), в отличие от среды, создающей свои собственные входные сигналы. Возможно, что к параметрам, лежащим в основе различий между системами, принадлежит также и допустимый диапазон изменений управления средой со стороны системы. Среда как источник входных сигналов является главным компонентом системы, определяющим ее характер.

ФАКТОР НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

На систему воздействует столь большое число переменных, что возможны различные способы ее представления. Наиболее общий из них состоит, вероятно, в описании функций, выполняемых системой и оператором. Однако очень часто системы, так же как и операторы, выполняющие одни и те же функции, в некоторых аспектах значительно отличаются друг от друга.

Система может быть также охарактеризована с точки зрения *неопределенности*, обуславливающей допустимые пределы изменения характеристик входных сигналов, процедур и реакций. Другими словами, системы обладают большей или меньшей степенью неопределенности (приблизительно эквивалентной предсказуемости любой индивидуальной реакции оператора).

Входные сигналы могут изменяться как вероятностная функция состояния окружающей среды, вызвавшей их появление. Среда может иметь присущие ей стохастические свойства или содержать в себе системы противника, преднамеренно изменяющие входные сигналы для их маскирования.

При высокой изменчивости входных сигналов система имеет большую величину неопределенности. В этих условиях действия оператора также должны быть достаточно разнообразными (изменчивыми), для того чтобы он мог приспосабливаться к изменчивости входных сигналов. Для обеспечения необходимой приспособляемости процедуры функционирования системы должны быть весьма гибкими.

Фактор неопределенности характеризуется тремя параметрами, которые рассматриваются ниже.

1. *Входные характеристики.* Входные сигналы могут изменяться как структурно, так и во времени. Например, плохо сформированное изображение на индикаторе плана позиции (ИПП) не структурировано (т. е. не имеет определенной модели построения) и поэтому может интерпретироваться по-разному. То же самое относится и к входным сигналам со многими взаимосвязанными параметрами. Входные сигналы, часто изменяющиеся во времени, очень непостоянны. Названные факторы увеличивают общую неопределенность системы.

2. *Процедурная изменчивость.* Этот параметр определяется диапазоном, в пределах которого операции в системе можно модифицировать во время ее функционирования. Если операционная процедура допускает лишь незначительные отклонения от заданных правил или требует их точного соблюдения либо ограничивает выбор оператора небольшим количеством альтернативных решений или совсем исключает такую возможность, то ее нельзя считать достаточно гибкой.

3. *Программирование реакций.* Этот параметр характеризует вероятность, с которой требуемая реакция оператора может быть предсказана *заранее* до появления входного сигнала, вызывающего данную реакцию. В качестве примера ситуации с запрограммированными реакциями можно рассматривать поведение оператора сонара, классифицирующего входные сигналы (как бы они ни изменялись) по двум категориям (от подводной лодки и любые другие). Если, с другой стороны, конкретная ответная реакция зависит от характеристик индивида, обрабатывающего входные сигналы, то она поддается программированию в меньшей степени.

Любая система с высокой степенью структурирования входных сигналов, относительно неизменными процессами и с жестко запрограммированными реакциями может быть названа «детерминированной». С другой стороны, функционирование любой системы, в которой входные сигналы не структурированы и изменчивы, а реакции на них строго зависят от конкретной ситуации на входе, не может быть предсказуемо *заранее*. Это означает, что такая система является «недетерминированной».

Общим для всех систем является понятие вероятности. В детерминированных системах вероятность предсказуемого появления определенных событий (входных сигналов, процессов и выходных сигналов) высока; в недетерминированных системах — ниже. В условиях малой вероятности оператор должен сам выбирать соответствующие реакции. Следовательно, для недетерминированных систем требуется использование сложных процессов принятия решения, а для детерминированных — не требуется.

Катц [6] указывает, что неопределенность — это необходимая и полезная характеристика многих систем. Высказанная гипотеза означает, что неопределенность — это не только главный параметр, по которому различаются системы, но также и фактор, вызывающий непостоянство в поведении операторов. Очевидно, что недетерминированные системы и соответствующие задачи представляют особый интерес для специалистов в области человеческих факторов, поскольку в этом случае процессы и задачи в большей степени зависят от оператора и на них могут влиять механизмы самонастраивания.

Неопределенность в системах со многими операторами имеет как положительные, так и отрицательные аспекты. С одной стороны, возможность выбора большего количества решений создает большую вероятность ошибки оператора в выборе правильного действия. С другой стороны, более широкий диапазон возможных реакций позволяет недетерминированной системе

эффективнее реагировать на больший диапазон входных сигналов.

По своей природе недетерминированные системы таковы, что могут *адаптироваться* к изменяющимся входным сигналам (и даже требуют этого для достижения максимальной эффективности), а также допускают улучшение и модернизацию операционных процессов путем обучения персонала и приобретения им опыта. Если недетерминированность системы значительна, от операторов может потребоваться высокая степень участия в процессах организации входных и выходных сигналов. Это может оказаться необходимым, поскольку часто нельзя найти единственного способа трактовки входных и выходных сигналов системы.

Тем не менее цель разработчика системы и задача специалиста в области человеческих факторов — свести неопределенность к минимуму, что обеспечит наиболее эффективное функционирование системы. Как сказано в предыдущих параграфах, некоторая степень неопределенности часто бывает необходимой и приемлемой. Катц [6] вводит понятие «ограниченной определенности». Если, например, оператор способен распознать N входных параметров, то представляется желательным предусмотреть N непредвиденных реакций оператора, при условии что система сможет ответить на эти реакции.

ВОПРОСЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СИСТЕМ

Предлагаются три следующих вопроса:

1. Каковы отношения между оператором и системой?

Этот вопрос в свою очередь состоит из нескольких частей. Во-первых, каково влияние оператора на систему? При ответе на этот вопрос оператор и его характеристики считаются независимыми переменными, а зависимыми — выходные параметры системы (например, потребляемое топливо, количество созданных единиц). Во-вторых, каково влияние системы на оператора? Отвечая на второй вопрос, считаем тип системы и ее характеристики независимыми переменными, а зависимыми (измеряемыми величинами) являются в этом случае характеристики работы оператора (например, точность, время реакции).

Поскольку оператор в системе играет главную роль, отношения между переменными индивида и выходными сигналами системы могут показаться очевидными. И если обнаруживается влияние индивида на систему, то значительно ли оно? Это влияние может иметь место, но чаще оказывается минимальным. Более того, совершенно недопустимо, если каждая переменная, оказывающая влияние на работу индивида, имеет критическое влияние на систему.

Важность любого фактора в работе систем может быть оценена с точки зрения его влияния на выходные параметры системы. Это означает, что, если, например, избыточный шум влияет на комфорт оператора, а не на результат его работы, мы должны игнорировать шум как переменную величину. Отсюда, однако, не следует, что на шкале, учитывающей значимость факторов совершенствования или модификации системы, шум имеет меньшее значение, чем какая-либо другая переменная, влияющая как на оператора, так и на результат его работы.

2. В какой степени данные, выводы и принципы, полученные в результате исследований индивида и групп (т. е. в тех случаях, когда они функционируют вне системы), применимы к оператору и системе? Как изменяются эти принципы в рамках системы и какие механизмы являются причиной этих изменений?

Индивид в системе становится подсистемой, называемой «оператором», и должен действовать в соответствии с целями и требованиями системы; и все же если он одновременно функционирует и как индивид, то его функции должны быть подчинены системе, хотя иногда могут и не совпадать с ее целями.

То же самое относится и к группам операторов в таких системах, как производственные линии и корабли. Группам, формируемым в МСЧМ, свойственны непосредственные вербальные контакты, может быть, и не относящиеся к решению задачи, но, по-видимому, некоторым образом сказывающиеся на работе системы в целом.

Несмотря на общие элементы, присущие индивиду, группе, оператору и МСЧМ, нельзя предполагать, что принципы, применяемые к индивиду или группе, применимы без каких-либо изменений и к МСЧМ.

Поскольку одно из допущений системы, о котором упоминалось ранее, состоит в том, что все элементы влияют друг на друга, а следовательно, и на всю систему, можно сделать вывод, что принципы функционирования индивида должны изменяться в случаях функционирования его в качестве оператора и в условиях многооператорной системы. Насколько обосновано использование в системном проектировании данных и принципов, описанных в обширной литературе?

3. Как можно трансформировать результаты исследований поведения индивида в принципы проектирования системы? Главная цель исследований человеческих факторов состоит в оказании практической помощи в проектировании и разработке систем. Поэтому если результаты исследований не содержат данных, представляющих интерес для проектирования, их ценность невысока (если не равна нулю).

Традиционная научная мудрость гласит: если какие-то явления объяснимы, то ими можно управлять или модифицировать. Однако горький опыт учит нас тому, что объяснение явления не обязательно приводит нас к техническому проектированию: знание механизма исполнения той или иной функции еще не обуславливает возможность ее практической реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alexander L. T., Cooperband A. S., System Training and Research in Team Behavior, Report TM-2581, System Development Corp., Santa Monica, Calif., August 16, 1965 (AD 620 606)¹⁾.
2. Alvares K. M., Hulin C. L., Two Explanations of Temporal Changes in Ability-Skill Relationships: a Literature Review and Theoretical Analysis, *Hum. Factors*, **14**, 295—308 (1972).
3. Finley D. L. et al., An Analysis and Evaluation Methodology for Command and Control: Final Technical Report Contract NOO014-74-C-0324, Naval Analysis Program, Office of Naval Research, Arlington, Va., 1975 (в печати).
4. Hall A. D., A Methodology for System Engineering, Van Nostrand, Princeton, N. J., 1962. [Имеется перевод: Холл А. Д. Опыт методологии системотехники. — М.: Советское радио, 1975.]
5. Jordan N., Theses in Speculative Psychology, Tavistock, London, 1968.
6. Katz F. E., Indeterminacy in the Structure of Systems, *Behav. Sci.*, **19**, 394—403 (1974).
7. Meister D., Human Factors, Theory and Practice, Wiley, New York, 1971.
8. Miller J. G., Living Systems: Basic Concepts, *Behav. Sci.* **10**(3), 193—237, (1965).
9. Miller R. B., Some Working Concepts of Systems Analysis, American Institute for Research, Pittsburg, February 1953.
10. Morgan C. T. et al., Human Engineering Guide to Equipment Design, McGraw-Hill, New York, 1963. [Имеется перевод: Чапанис А., Кук Д. С., Ландо М. У., под ред. Моргана С. Т. Инженерная психология в применении к проектированию оборудования. — М.: Машиностроение, 1971.]
11. Van Gigch J. P., Applied General Systems Theory, Harper and Row, New York, 1974.

¹⁾ Документы, помеченные литерами AD, могут быть получены в Национальной службе технической информации, Спрингфилд, VA 22151.

Глава 2

ВЛИЯНИЕ ВХОДНЫХ НАГРУЗОК НА РАБОТУ СИСТЕМЫ

Входные сигналы изучаются с точки зрения создаваемых ими нагрузок на оператора и систему. К рассматриваемым структурным переменным относятся количество стимулов, скорость предъявления сигналов, распределение внимания в ситуациях, связанных с решениями большого количества задач, число каналов и объем информации. Показано, что стратегия оператора, величина стимула и результат его воздействия, подготовка и опыт операторов, их организация (например, количество членов экипажа, гибкость, распределение обязанностей) также влияют на качество работы оператора. Выводы, сделанные на основе рассмотренных 59 примеров, показывают, что, хотя чрезмерные нагрузки и ухудшают работу оператора — это свойственно выполнению всех функций и задач, — их влияние может быть смягчено за счет определенной стратегии оператора. Влияние нагрузок очень непостоянно, часто оно не связано линейной зависимостью с входными сигналами, а иногда обусловлено конкретным способом их измерения. Нагрузка может накапливаться и видоизменяться; в многооператорных системах ее влияние на оператора и систему бывает соответственно различным. Организационные переменные оказываются менее важными, чем структурные, в создании и регулировании влияния нагрузок.

ВВЕДЕНИЕ

В данной главе входные характеристики рассматриваются по отношению к понятию *рабочей нагрузки*, или просто *нагрузки*. Входные сигналы и в меньшей степени допустимый диапазон ответных реакций оператора, также влияющих на входные сигналы, предъявляют определенные требования (императивный вход) к СЧМ, на которые последняя реагирует модификацией своей работы. Эти требования, предполагаемые концепцией нагрузки в самом общем смысле, отличаются от требований системы. Хотя в конечном счете нагрузка и определяется требованиями системы (поскольку чем они жестче, тем вероятнее возрастание нагрузки), требование, налагаемое самой нагрузкой, вытекает из ситуации конкретной задачи.

Таким образом, входные сигналы могут исследоваться с точки зрения вызываемых ими эффектов нагрузки, и именно эта тема и рассматривается в данной главе. Несмотря на многие недостатки, концепция нагрузки организует большое количество входных переменных в одну общую схему. Например, нагрузка определяется как «...любой аспект ситуации задачи, требующий, чтобы испытываемые воспринимали и (или) обрабатывали повы-

шенный объем входной информации» (см. [85], стр. 24, в оригинале слово «любой» курсивом не выделено). Как мы увидим в следующем разделе, нагрузка является привносимой переменной, которая может использоваться как оператором, так и системой для соотнесения входных и выходных сигналов в структуре взаимосвязей стимулов и реакций.

Определения

Нагрузка представляет собой сложное явление и может быть выражена различными способами в зависимости от вызвавших ее причин, а именно:

1. Как некоторая величина, определяемая несоответствием между входным параметром (часто это значение, частота или скорость) и способностью системы управлять им.
2. Как величина физических усилий, определяемых задачами или затрачиваемых оператором независимо от самой задачи.
3. Как субъективное состояние оператора (например, если задача трудна) и как объективное следствие (например, ухудшение качества работы).
4. Как сосредоточенность внимания на решаемой задаче и степень его рассеивания на другие задачи [66].
5. Как величина, связанная с концепцией стресса и равная отношению времени выполнения единой серии задач к сумме времен их выполнения отдельно друга от друга [101].
6. Как независимая или зависимая переменная, а также как входной сигнал, явившийся следствием воздействия других систем, или непосредственно сами воздействия.
7. Как особый случай классической проблемы внимания или результат общего состояния спешки.
8. Как некоторая привносимая переменная величина, определяемая соотношениями между входными сигналами и стимулами, выходными сигналами и реакциями.

Если предположить, что положение п. 8 истинно, нагрузка в каждом отдельном случае может быть определена только с точки зрения специфических предшествующих условий, которые ведут к заданным реакциям оператора (системы). В соответствии с этой концепцией разделы данной главы, относящиеся к индивиду, сформулированы в терминах входных переменных величин, хотя для удобства автор будет использовать и термин «нагрузка».

Концепция рабочей нагрузки ставит особые проблемы. Например, нагрузка соотносится с количеством физиологических, психологических и деятельностных явлений. Помимо объективных показателей работы (например, изменения числа ошибок,

увеличения времени реакции, повышения давления крови) нагрузка часто проявляется как ощущение оператором «трудности» задачи. Любая задача, более «трудная» для выполнения или требующая больших физических усилий, может считаться задачей, создающей нагрузку. Что же происходит, если два показателя нагрузки характеризуют одну и ту же задачу по-разному?

Нагрузку трудно выразить в виде независимых переменных стимулов: необходимо сначала обнаружить изменения в характере работы системы (реакцию), прежде чем говорить о существовании условия нагрузки (стимула). Поэтому стимул следует определить как реакцию на тот же стимул, что является, по существу, недопустимой тавтологией.

Таким образом, если экспериментатор создает ряд условий, которые должны, по его мнению, создавать нагрузку, а оператор (система) не реагирует на них, т. е. результаты работы не изменяются, это означает, что либо система выдержала нагрузку и его гипотеза («нагрузка влияет на работу») неверна, либо входные сигналы не создавали никакой нагрузки, а его гипотеза все же жизнеспособна. Ни та, ни другая альтернатива не представляется удовлетворительной.

Наличие нагрузки может быть установлено только при *сравнении* с какими-либо базовыми деятельностными характеристиками. Таким образом, наличие нагрузки подразумевается лишь в том случае, если работа существенно *изменяется* вследствие изменения входного сигнала. В реальной ситуации в отличие от формального эксперимента бывает трудно отличить изменение работы, вызванное входной нагрузкой, от «нормальной» изменчивости действий оператора, в особенности там, где изменения входных условий выражены нечетко.

Концепция нагрузки, обусловленная неспособностью оператора справиться с входными сигналами, требует введения понятия *способности* оператора или системы реагировать на них, а также предъявляемого входными сигналами *требования*, превышающего эту способность (аналогично кувшину, наполненному до самых краев). Способность представляет собой потенциал, гипотетический максимум того, что в обычных условиях нельзя наблюдать и что наблюдается только в условиях работы оператора, близких к отказу, что случается весьма редко. Точно так же требования, предъявляемые входными сигналами, с трудом поддаются конкретизации и измерению.

Несмотря на указанные трудности, преимущества этой концепции, заключающиеся в попытке увязать разрозненные входные переменные величины, значительно превышают ее недостатки.

Вопросы для исследований

Вряд ли необходимо доказывать, что ненормальные условия на входе системы приводят к уменьшению ее эффективности и отказу в работе, если не принять соответствующих мер. Многие из исследований, описанных на последующих страницах, демонстрируют отмеченное явление. Однако, прежде чем приступить к описанию, целесообразно поставить некоторые конкретные вопросы и ответить на них.

1. Какие типы предшествующих условий и входных характеристик могут вызвать эффекты нагрузки?
2. Каково соответствие между входной нагрузкой и эффектом ее воздействия и как воздействие проявляется?
3. Есть ли пути оптимизации влияния нагрузки? Какие механизмы может использовать оператор (система) для регулирования и снижения влияния нагрузки?
4. Изменяются ли влияния нагрузки как функции определенных характеристик системы?
5. Различны ли влияния нагрузок для системы и для отдельного оператора?

Независимые переменные

Как уже говорилось, любой фактор может создавать нагрузку на оператора (систему). В этом разделе рассматриваются некоторые входные условия (например, количество, частота и интенсивность), которым обычно приписываются свойства, создающие нагрузку. Следует заметить, что собственно характер входных сигналов (будь то вербальное сообщение, азбука Морзе или радиолокационные сигналы) не определяет нагрузку, соотносящуюся обычно с каким-то рядом условий, связанных с оператором, задачей или системой.

Количество входных сигналов

Можно сказать, что нагрузка существует, когда общее количество входных сигналов, или стимулов, в любое заданное время превышает число сигналов, которые оператор может эффективно обработать. (Для простоты изложения материала понятия «входные сигналы» и «стимулы» используются здесь как взаимозаменяемые, однако различия, сделанные в гл. 1, остаются справедливыми.) Нагрузка может возникнуть на уровне оператора вследствие необходимости распределения внимания на дополнительные входные сигналы. На уровне системы по той же причине возникают очереди входных сигналов, ожидающих обработки.

Входные сигналы могут быть определены либо как *совершившиеся события*, либо как *источники входных сигналов*. Например, Конрад [23] определяет нагрузку как ряд отдельных потоков сигналов, возникающих независимо друг от друга, но требующих одновременного восприятия и обработки. В другом случае [24] тот же автор использует термин «нагрузка» для обозначения количества источников стимулов (каналов или инструментов), которое может вызвать критические для реагирования сигналы. Категорию «количество входных сигналов» можно классифицировать более детально.

Количество релевантных критических стимулов. Это те сигналы, которые требуют действий оператора по инструкции или по другим системным критериям.

Количество нерелевантных стимулов. Это те сигналы, которые оператор должен отличать от релевантных (например, «шум» или «гул»).

Количество стимульных параметров. Чем больше параметров имеют стимулы, тем труднее задача их опознания, а следовательно (при прочих равных условиях), больше нагрузка. Например, стимулы, различающиеся одновременно по размеру, форме, цвету и яркости, будут представлять большую трудность, чем стимулы, различающиеся только размером.

Сходство стимулов

Чем больше один стимул похож на другой, тем больше нагрузка.

Интенсивность стимулов

Чем слабее стимул, тем труднее реагировать на него достаточно эффективно (например, в условиях различения отношения сигнал/шум).

Скорость предъявления стимулов

Входные сигналы могут предъявляться (возникать) так быстро, что оператор с трудом справляется с ними. С этим тесно связано время предъявления сигнала; когда скорость предъявления сигналов увеличивается, время предъявления каждого отдельного входного сигнала, вероятнее всего, будет уменьшаться, что означает уменьшение возможностей оператора воспринимать сигналы.

Частота смены стимулов

Когда оператору предъявляется большое количество стимулов, а частота смены одного стимула другим велика, могут

возникать трудности при восприятии этих изменений, за которыми он не успевает следить. С другой стороны, когда стимулы сменяются очень редко (как в традиционной задаче наблюдения), проявляется тенденция к ухудшению качества работы оператора.

Количество последовательно выполняемых функций или задач

Совершенно независимо от количества входных сигналов и стимулов (хотя, возможно, некоторая связь и имеет место) превышение допустимого количества функций или задач, которые должны быть выполнены в заданное время, может создать нагрузку на оператора. Этот параметр и используется Зигелем и Вольфом [101].

Количество параллельно выполняемых функций или задач

Эта ситуация аналогична только что рассмотренной, за исключением того, что возможности оператора распределять свое внимание более ограничены в условиях одновременного решения ряда задач. Чем в большей степени решения задач совпадают во времени, тем вероятнее возникновение взаимных помех. Некоторые экспериментаторы используют процедуру введения второй совпадающей во времени задачи как условие нагрузки и как средство измерения нагрузки, создаваемой первой задачей (см. [66, 93], где дан обзор подобных задач).

Физиологические требования

С точки зрения физиологии нагрузка часто определяется как объем работы или усилий, требуемых от оператора для выполнения задачи. Исходя из этого, делается вывод о степени нагрузки на оператора. В качестве примера может служить попытка определить физиологическую «стоимость» управления полетом вертолета [13].

Переменные величины ответной реакции оператора

Характер реакций, требуемых от оператора, может также выступать в качестве фактора нагрузки. Для большинства входных переменных величин, рассматривавшихся выше, существует соответствующая выходная переменная величина (количество требуемых реакций, сходство реакций, необходимая скорость реакций и т. д.). Механизмы, вызывающие нагрузку при ответе, могут гипотетически считаться почти такими же, как и механизмы, вызывающие входную нагрузку. В этом разделе мы рассматриваем только общую концепцию *критерия ответной*

реакции, которая может выступать в качестве явного или скрытого состояния на входе системы.

Естественно, что нагрузка отсутствует тогда, когда у оператора нет точно выраженного или подразумеваемого критерия ответной реакции. Если, например, у него масса времени на то, чтобы среагировать, и качество реакции не имеет значения, то нагрузки не существует. Нельзя, однако, представить себе систему без какого-то точно выраженного или подразумеваемого требования к выходным результатам, которое использовалось бы оператором в качестве эталона для определения темпа его работы.

Критерий ответной реакции как непосредственное отражение требования системы придает стимулу целевую направленность. В сложных недетерминированных системах, выходные параметры которых часто зависят от способности оператора интерпретировать критерий ответной реакции, существует вероятность взаимодействия входных факторов с мотивационными переменными величинами; таким образом, результирующий продукт на выходе системы может быть либо значительно больше, либо значительно меньше величины, ожидаемой при определенной ситуации на входе. Если критерий понимается не до конца или совсем игнорируется операторами системы, СЧМ, способная, например, работать на уровне X , будет фактически работать на уровне $X - n$. Более вероятна ситуация с проблемой частичной приемлемости или неприемлемости критерия, когда система не детерминирована, а оператор имеет большую свободу выбора стратегии приспособления к заданному критерию.

Нагрузки потребителя

Общественные системы (социотехнические системы Дегрина, см. [30]), такие, как транспорт или школы, создают продукт или предоставляют услуги потребителям. Если количество потребителей слишком велико или их запросы превышают возможности систем, возникает нагрузка потребителя. Например, в вычислительной системе с разделением времени, используемой каждым из потребителей в течение ограниченного временного интервала, создаются очереди и как следствие увеличивается время ожидания. Системы автобусного или железнодорожного транспорта могут находиться под нагрузкой, если количество людей, которых надо перевезти, превышает возможности системы.

Общественная польза и потребители могут быть найдены во всех системах: социальных, промышленных и военных. Далее, там, где СЧМ имеет иерархию подсистем, каждая подсистема более высокого порядка может рассматриваться как потребитель.

продукции «питающей» ее подсистемы более низкого порядка, а также предъявлять к последней требования, создающие нагрузку на всю систему.

Вышеописанные условия в большей степени характеризуют отдельного оператора и его реакции, чем всю систему. Это объясняется тем, что система получает нагрузку прежде всего посредством своих операторов и потребителей. Способы, с помощью которых можно создать механическую или электрическую перегрузку оборудования (например, чрезмерный перегрев и охлаждение, выброс мощностей), весьма ограничены. Вопрос

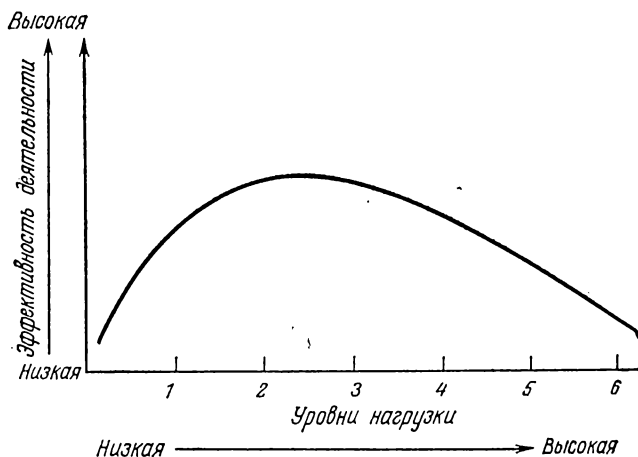


Рис. 2.1. Гипотетическая зависимость между нагрузкой и деятельностью.

состоит в том, как изменения в реакциях оператора на входные нагрузки преобразуются в результаты работы системы.

Идеальный вариант соотношения между нагрузкой и работой системы дан на графике рис. 2.1, где предполагается, что первоначально по мере увеличения входной нагрузки качество работы повышается. Теоретически в какой-то точке (ее точное положение зависит от множества предшествующих и взаимодействующих условий) оператор «насыщается», т. е. требования, предъявляемые к нему входными сигналами, становятся равными его способности выполнять работу. Если нагрузка продолжает увеличиваться и за пределами точки насыщения, возросшие требования превысят способности оператора и качество его работы ухудшится.

Соотношение, представленное кривой на рис. 2.1, имеет поразительное сходство с законом Ерка — Додсона [122] и с формулами теории напряженности (см., например, [44, 71]), которые описывают состояние общей спешки, связанное с работой, почти

так же, как это дано на рис. 2.1. Велфорд [115] также соотносит теорию обнаружения сигнала с теорией *напряженности* и законом Еркаса — Додсона.

Теории стрессов и напряженности связаны поэтому с нагрузкой. Некоторые исследователи выдвинули гипотезу о том, что низкие уровни стресса (связанные с низкими уровнями входной нагрузки) имеют стимулирующий эффект, заставляющий оператора работать больше, быстрее и даже, может быть, точнее. Например, в используемой Зигелем и Вольфом [101] модели предполагается, что введение первоначального стресса оказывает организующее влияние на работу оператора до тех пор, пока величина стресса остается меньше стрессового порога (Mj). Когда стресс превышает Mj , его влияние становится дезорганизующим, а Mj может считаться точкой срыва оператора. Величина Mj , равная 2, указывает на то, что оператор начинает работать медленнее и менее точно в той точке, в которой он должен был бы сделать в два раза большую работу (на средней скорости) в заданный период времени. До точки срыва любой резерв существенно важных задач создает стрессовый фактор, заставляющий оператора действовать быстрее и точнее.

Из вышеприведенной формулировки может показаться, что поскольку легкие входные нагрузки связаны с повышением эффективности работы, они *вызывают* и улучшение ее качества.

Если теория напряженности верна, можно было бы выдвинуть гипотезу, согласно которой при очень низких уровнях входных сигналов оператор испытывает «входной голод»; поэтому повышение стимуляции, создаваемой повышенной нагрузкой, заставляет его работать больше, быстрее, эффективнее. Это подтверждается в какой-то степени тем, что оператор в традиционной ситуации бдительности — при наблюдении за редкими сигналами, лишь слегка превышающими пороговое значение, — проявляет характерное ухудшение работы, находящееся в функциональной зависимости от времени его пребывания на посту¹⁾. Однако, как показывают Адамс и др. [4], когда контролируемые стимулы более часты и значительно превышают пороговое значение (а следовательно, еще больше стимулируют оператора), классического снижения эффективности работы не происходит. В примере 73 также предполагается, что при легких, но очень однообразных задачах введение некоторой трудности или стрессового фактора улучшает работу. Было найдено также, что стресс в виде электрического шока противостоит вредному влиянию недостатка в сне при решении задач радиолокационного

¹⁾ См. также [27], в которой Камминг и Крофт рассматривают обработку информации в изменяющихся условиях требований задачи.

наблюдения [10] и создает более эффективную слуховую бдительность [58].

Однако возможно, что при низких входных уровнях способность реагировать оказывается выше уровня, определяемого нагрузкой, и оператор работает только в пределах той способности, которая для него естественна и «легка». Или он может рассматривать легкую задачу как контрольный пример, приспособливая к нему свои конечные цели и проверяя на нем возможные режимы работы.

Доказательство последней альтернативы представлено Мак-Дональдом и Эллисом [72], которые при изучении имитационной задачи вождения нашли, что по мере повышения ее трудности оператор работает быстрее, *чем это требуется*. Однако кривая зависимости стресса и работы, постулированная Зигелем и Вольфом [101], была лишь частично подтверждена Мак-Дональдом и Эллисом [72, 73]. Другие попытки проверить зависимость стресса и работы по Зигелю — Вольфу дали различные результаты [63, 79]. Файнберг [34] попытался найти обратную зависимость между работой и напряженностью в перцептивной задаче обхода препятствий. Однако полученные результаты не смогли полностью подтвердить такую зависимость. График, представленный на рис. 2.1, выявляет следующие дополнительные трудности:

1. Проблема привязки абсолютных количественных величин к точкам континуума уровней нагрузок заставила таких теоретиков, как Сендерс [97], Зигель и Вольф [101], сделать очень упрощенные допущения в отношении функций поведения. Сложное многомерное понятие, каким является нагрузка, не может сравниваться с психофизическим стимулом, подобным интенсивности источника света, имеющим порог восприятия (или по крайней мере пороговый диапазон).

2. Анализ графика позволяет предположить, что интервалы между уровнями нагрузки равны (т. е. континуум нагрузки имеет линейный тип). Такое равенство определяет нагрузку как *физический* входной сигнал; но субъективно оператор может его не воспринять и на его работе он не отразится, так что интервал (в каких бы входных единицах он ни был выражен) между уровнями 1 и 2 равен интервалу между уровнями 2 и 3 и т. д. Конечно, можно оспаривать, что именно так работа соотносится с физическим входным сигналом. Однако если континуум нагрузки не прямо пропорционален работе, то эту нелинейную зависимость трудно интерпретировать.

Возможно также, что разные типы рабочей нагрузки вызываются различными функциями и ситуациями задач, каждая из которых имеет свой собственный механизм и требует специальных способов адаптации.

С точки зрения проектировщика систем, требующих высокой точности, зависимость между нагрузкой и деятельностью, представленная на рис. 2.1, имеет серьезные недостатки. Сингльтон [103] указывает, что при объяснении различий в работе кривая зависимости в виде перевернутого U требует четкой определенности, поскольку ее можно использовать для «объяснения» всего, чего угодно.

ОБЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Выводы.

1. Общее влияние нагрузки состоит в снижении эффективности работы.
2. Влияние нагрузки сказывается на всех функциях, задачах и системах.
3. Нагрузка может быть вызвана различными причинами (например, скоростью захода самолетов на посадку и количеством самолетов при управлении воздушным движением, количеством контролируемых целей и одновременных налетов в воздушной обороне).
4. Влияние нагрузки — величина переменная, при этом реакция оператора на условия создания нагрузки непропорциональна входному сигналу.

Примеры исследований

Управление движением воздушного транспорта

Наиболее важные исследования поведения операторов, имеющие отношение к управлению движением воздушного транспорта, были выполнены Киддом и его коллегами в блестящей серии экспериментов, проведенных в Университете шт. Огайо (см. резюме к [60]). Они использовали имитатор системы управления воздушным транспортом, состоящий из 30 радарных генераторов целей и аналоговых устройств для обеспечения показаний реального позиционного плана на экранах дисплеев.

Пример 1. В одном эксперименте два оператора выступали в качестве радиолокационных диспетчеров в имитационной задаче управления заходом самолетов на посадку, частоты появления которых составляли: один самолет в минуту (высокая нагрузка) и один самолет в две минуты (низкая нагрузка). Ошибка в определении времени захода на посадку (разность между фактическим временем и средним расчетным) увеличивалась с ростом нагрузки и составляла 11,13 с для низкой нагрузки и 18,43 с для высокой.

Пример 2. В другом эксперименте, проводившемся в Университете шт. Огайо, интервалы между заходами на посадку самолетов были равны 90, 60 и 30 с. Увеличивающаяся нагрузка влияла на все параметры.

В табл. 2.1 представлены параметры как системы, так и оператора, характерные для этих исследований. В соответствии с

Таблица 2.1

**Влияние скорости приземления самолетов
на управление движением воздушного транспорта¹⁾**

Параметр	Средний интервал между самолетами, с			
	90	60	30	уровень значимости
Задержка, %	40,1	75,6	129,6	< 0,001
Избыточное потребление топлива, %	52,0	78,2	146,8	< 0,01
Ошибки разделения на один контролируемый самолет	0,031	0,77	0,110	
Среднее допустимое отклонение на период 30 мин	0,26	0,33	0,064	

¹⁾ По Кидду, пример 2.

более ранними исследованиями [95, 111] работа резко ухудшалась, когда средний интервал между самолетами становился менее 60 с.

Пример 3. Результаты данного исследования подтверждают предыдущий пример. Когда средние интервалы между прибытием самолетов составляли 90 и 120 с, наблюдалось увеличение задержки на 12,1% при более высокой входной скорости (статистически значимое на уровне 0,05). При более высоких входных скоростях было также больше ошибок разведения самолетов и повторных заходов. Как утверждает Кидд, «входная скорость воздушного транспорта имеет абсолютно устойчивый эффект во всех исследованиях: работа ухудшается по мере увеличения нагрузки. Когда же эта переменная величина возрастает более чем в два раза, ухудшение работы ускоряется» (см. пример 3, стр. 12).

Пример 4. В другом эксперименте, предназначенном для изучения влияния шума на управление движением самолетов, проводилось сравнение работ, связанных с управлением шестью и восемью самолетами. Эффективность работы снизилась более чем на 30% (дополнительное время полета для большего числа управляемых самолетов). Однако прямой взаимосвязи между шумом и нагрузкой не наблюдалось.

Пример 5. В данном эксперименте нагрузка определялась степенью автоматизации управления самолетами: управление самолетом, не оборудованным бортовой системой индикации положения, и как следствие необходимость определения оператором скорости, высоты и изменения курса; управление самолетом, оборудованным бортовой системой, требующей лишь контроля.

Рассматривались четыре уровня систем: 1) без бортовой системы, когда ни один из пилотов не имел индикации о положении самолета и когда в процессе захода самолетов на посадку осуществлялся принудительный контроль за курсом, скоростью и высотой; 2) 37,5% пилотов имели доступ к бортовой системе индикации; 3) 62,5% пилотов имели эту систему; 4) все пилоты имели эту систему. Все эксперименты проводились с постоянным числом самолетов, равным 8. Наблюдалась почти прямая зависимость в снижении задержки с 17% на первом уровне по мере уменьшения принудительного контроля. Эти результаты сравнимы с тем, что обнаружили Кинкейд и Кидд [61].

Воздушная оборона

В условиях воздушной обороны путь самолета контролируется наблюдателем, который выбирает соответствующее оружие для атаки противника (самолет-истребитель, управляемые снаряды). Эта ситуация, так же как и контроль за движением самолетов, связана с обнаружением, управлением, слежением и требует распределения внимания операторов.

Пример 6. Целью этого эксперимента было исследование двух методов распределения работы (организационной структуры) как функции нагрузки задачи. В имитационной модели использовалась металлическая сетка с ячейками 50×40 и тремя мишенями в центре. Модели самолетов с магнитным креплением представляли собой «дружественные» и «вражеские» воздушные силы. Задача заключалась в защите зон мишеней от нападения бомбардировщиков, при этом самолеты можно было передвигать на данное число квадратов сетки в соответствии с правилами игры.

Переменной величиной нагрузки было количество используемых самолетов (15 — высокая нагрузка; 10 — низкая). Не удивительно, что соотношения нагрузки и работы, основанные на прибавлении очков при поражении самолета противника и их вычитании при поражении своего или бомбежке цели, составляли 399 (для высокой нагрузки) и 598 (для низкой) ($p = 0,05$).

Однако переменная величина организационной структуры (которая будет рассмотрена ниже) была незначительной, как и зависимость «структура — нагрузка».

Пример 7. В другом эксперименте группа из пяти операторов получила задание обнаружить, показать на дисплее, преобразовать, вновь показать на дисплее и соотнести данные, касающиеся временной позиции ряда точек, представленных на прямоугольной сетке.

Нагрузка была определена как количество единиц задач (10, 20, 40, 60), обрабатываемых в единицу времени. Исследовалось соотношение между опытностью и работой как функция нагрузки, где опытность определялась как количество ситуационных проблем, в решении которых испытуемые участвовали ранее. Общая средняя ошибка представляла собой почти прямо пропорциональную функцию от нагрузки. Однако это соотношение было функцией выбранного параметра работы — общей ошибки. Опытность будет рассмотрена ниже.

Пример 8. В ряде исследований, выполненных Адамсом и его коллегами (например, [2, 3]), изучалась визуальная нагрузка в условиях имитационной модели системы воздушной обороны. В экспериментальной задаче использовались источники множественных стимулов, символические стимулы и постоянные критические стимулы; все они свойственны задачам контроля в современных системах «человек — машина». В задаче имитировалась полуавтоматическая система воздушной обороны, в которой компьютер периодически предъявлял оператору информацию о самолете. С помощью 35-мм киноплетки на экране демонстрировалось состояние в 1000-мильной зоне наблюдения, причем скорость самолетов составляла 741,5, 1483 и 2966 км/ч. Каждый самолет был обозначен своим трехзначным номером и буквой G: Задача испытуемого заключалась в обнаружении изменения G на F и срочном сообщении об этом; например, самолет со знаком G521 появился со знаком F521. В один и тот же момент времени изменялся только один сигнал, причем критический сигнал присутствовал в течение 20 с и затем вновь менялся на сигнал G.

Средний скрытый период обнаружения составлял 1—2 с при средней нагрузке (6 сигналов). Большие нагрузки (15 сигналов) увеличивали скрытое время обнаружения в три раза.

Пример 9. В аналогичном исследовании, использующем ту же экспериментальную ситуацию, что и в примере 8, создавалась контрастная нагрузка — 36 и 6 сигналов. Нагрузка отличалась по сложности реакции: только обнаружение (D) — легкая нагрузка; обнаружение плюс оценка (E) — тяжелая нагрузка. И здесь также не было найдено заметного уменьшения скрытого периода реакции в течение времени предъявления

постоянных стимулов, но работа в условиях тяжелой нагрузки была значительно менее эффективной, чем при средней нагрузке (рис. 2.2). Еще большее значение имеет тот факт, что работа, требующая реакции обнаружения, была много качественнее, чем работа, требующая реакции обнаружения и оценки (т. е. сложность реакции может выступать как фактор нагрузки).

Пример 10. В этом эксперименте условие нагрузки определялось числом траекторий самолетов противника, предъявленных за одну серию (60—96). При появлении первых мишеней

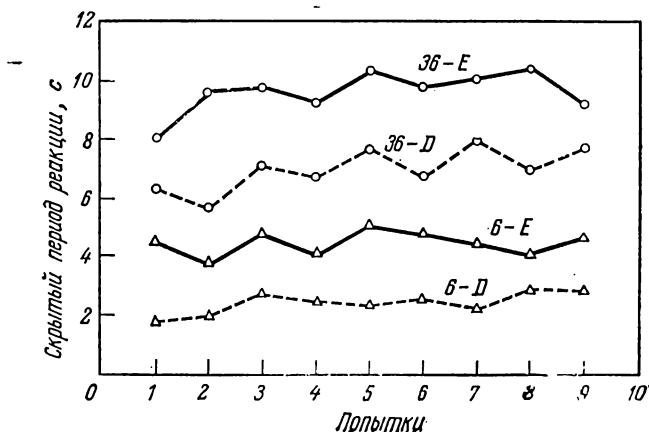


Рис. 2.2. Скрытый период реакции как функция количества сигналов (6, 36) и сложности реакции (D, E) (печатается с разрешения из работы Адамса и др., *Hum. Factors*, 1961, пример 9).

оператор их опознавал, определял скорость, высоту и характер полета, выбирал соответствующее контроружие и назначал оружие против угрозы нападения.

Пять отлично подготовленных испытуемых проявили общую тенденцию улучшения работы с возрастанием нагрузки. Количество «попаданий», как показано на рис. 2.3, асимптотически приближаясь к некоторому пределу, затем выравнивалось в ряде траекторий самолетов «сбитых» на более высоких уровнях (см. серию II). Повышение нагрузки сопровождалось ростом стоимости системы, оцениваемой количеством израсходованного оружия, и менее очевидным изменением «потерь» (т. е. количеством сбитых самолетов).

Испытуемые явно справлялись с увеличением количества траекторий самолетов. Повышение качества работы в условиях большей нагрузки находится в резком противоречии с результатами предыдущих примеров, где повышение нагрузки приводи-

ло к ухудшению работы (в этих примерах сравнение уровней нагрузки было дискретным например, 10 самолетов против 5). В примере 10 работа при повышенной нагрузке измерялась непрерывно. В дискретной ситуации негативные результаты нагрузок могут оказаться преувеличенными, потому что она дает картину предельных состояний, и испытуемые не имеют возможности проявить все свои способности.

Впервые мы наблюдаем стратегию оператора, требующую выборочного внимания, основанного на значении стимула и

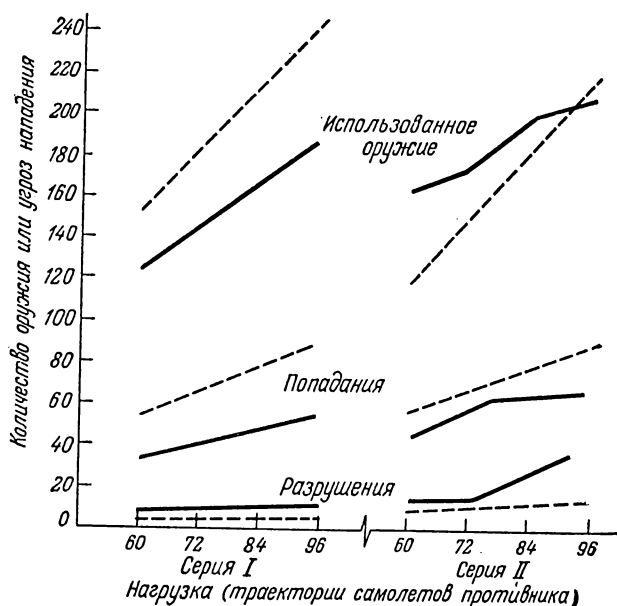


Рис. 2.3. Количество попаданий и затраченного оружия как функция нагрузки, создаваемой возрастанием числа наблюдаемых траекторий (печатается с разрешения из работы Коннолли и др., 1961, пример 10).

--- система «человек-машина»; — человек.

времени предъявления сигнала (взаимодействующие переменные). Испытуемые стремились сосредоточить свое внимание на траекториях самолетов, связанных с более высокими уровнями угрозы нападения (например, бомбардировщиками), а не низкими (например, истребителями).

Пример 11. В аналогичной ситуации девять опытных военных командного состава были разбиты на две группы, отличавшиеся своим опытом. Им было предъявлено более 120 серий с 60—96 траекториями слежения, которым соответствовало

разное самолетное и ракетное оружие. Кроме того, существовала возможность угрозы нападения на двух уровнях.

Как и в примере 10, количество попаданий увеличивалось с увеличением нагрузки (рис. 2.4). Наблюдался определенный эффект в темпе работы; по мере увеличения нагрузки скорость реакции командиров на смену ситуации увеличивалась. Частое

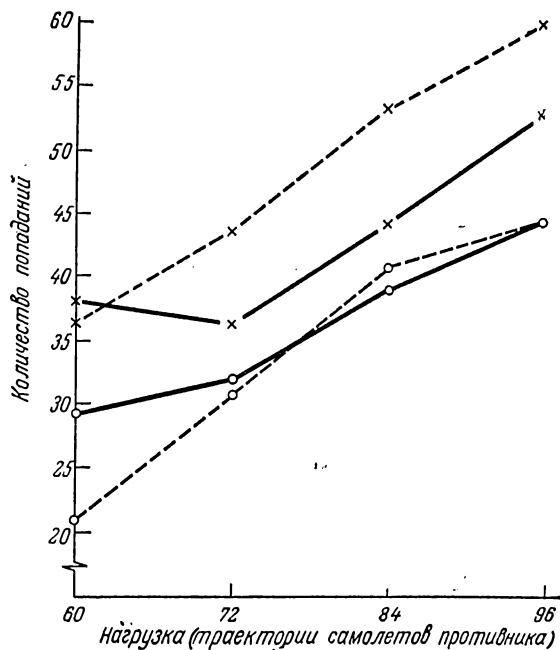


Рис. 2.4. Количество попаданий как функция степени угрозы нападения и степени опытности оператора (печатается с разрешения из работы Фокса и Вэнса, 1961, пример 11).

Группа I ×——× степень угрозы нападения I;
 ×——× степень угрозы нападения II;
 Группа II ○——○ степень угрозы нападения I;
 ○——○ степень угрозы нападения II.

возникновение нагрузок, близких к насыщению, приводило к проявлению тенденции обеспечения максимальной эффективности работы. Нагрузка в виде количества траекторий не имела значительного влияния на процент израсходованного оружия и его стоимость.

Однако нельзя сказать, что влияние нагрузок никак не сказывалось. Например, с ростом нагрузки увеличивалось количество траекторий самолетов, на которые не было направлено оружие обороны. Командиры группы I (имевшие больший опыт

проведения экспериментов) обычно несли меньший урон, чем командиры группы II, что подтверждает влияние опыта на работу. Однако группа II, приобретая некоторый опыт, показала значительное улучшение своей деятельности, за исключением работы при самых высоких нагрузках. Группа II продемонстрировала способность справляться с нагрузкой, но казалась более насыщенной работой при наивысших нагрузках, чем более опытная группа. Результаты, сравнимые с результатами примеров 10 и 11, были также найдены в последующем эксперименте с использованием такой же ситуации [22].

Пример 12. В другой серии ранних исследований воздушной обороны изучалось то, что можно условно назвать «нагрузкой налетов», т. е. количество одновременных налетов, с которыми имел дело офицер противовоздушной обороны. Его работа до некоторой степени зависела от интервала времени, имевшегося у него в распоряжении для перехвата самолетов, начиная с момента слежения до того времени, когда самолеты противника достигнут какой-либо линии обороны. Налеты в примере 12 не были одновременными, но частично перекрывали друг друга. Отсюда отрезок времени совмещения налетов мог считаться еще одним параметром нагрузки. Работа наблюдателя на макете бортовой системы разведки исследовалась на четырех уровнях перекрытия налетов в течение 40, 55, 70, 85% времени. Среднее значение (в %) расстояния прорыва самолетов противника значительно уменьшалось по мере увеличения времени с 2 до 6 мин., отведенного на их перехват. Это соотношение взаимодействовало с нагрузкой налетов. Количество успешных перехватов самолетов значительно увеличивалось с ростом времени перехвата. Не было обнаружено большой разницы в средней величине расстояния прорыва при изменении процентного отношения перекрытия налетов.

Пример 13. В другом исследовании той же серии среднее расстояние прорыва в процентном отношении возрастало по мере увеличения нагрузки налетов и резко уменьшалось, когда время перехвата увеличивалось с 2 до 6 мин (как можно было видеть из предыдущего примера). Большее значение имеет увеличение количества передаваемых приказов (сообщений) на каждый налет. Однако никакой зависимости между работой наблюдателя и количеством переданных за один налет приказов не было найдено.

Пример 14. В третьем исследовании, использующем ту же экспериментальную ситуацию, было найдено, что значения перехвата, представленные в виде отношения времени к нагрузке и выраженные в минутах на один налет, были равны по трудности, одинаково влияя на работу офицера ПВО независимо от абсолютных величин времени и нагрузки. Иными словами,

ситуация с двумя налетами при наличии 2 мин времени на перехват была не труднее и не легче, чем ситуация с 6 налетами при наличии 6 мин на перехват. Видимо, количество налетов и время на перехват сводят на нет влияние друг друга, при этом первое создает нагрузку, последнее противодействует ей.

Концепция противодействующих нагрузке переменных (и возможность наличия их в других ситуациях) весьма привлекательна.

Пример 15. Нагрузку целей в случае радиолокационного обнаружения можно в общем виде определить, исходя из плотности пространства и времени, причем первое относится к распределению целей в зоне наблюдения, а второе включает общее количество появлений целей на единицу времени с учетом новых и старых целей, изменений их курса и т. д. Время обнаружения представляло собой положительную экспоненциальную функцию от числа целей. Наблюдалась почти прямо пропорциональная зависимость между последовательными сообщениями и количеством целей в поле зрения (рис. 2.5). Однако количество курсов на единицу времени оставалось постоянным при изменяющейся нагрузке (в среднем 5,26 в минуту). Увеличение количества мишеней не имело отрицательного влияния на точность оценки расстояния и азимута. Фактически наблюдалось некоторое улучшение работы, позволившее предположить, что нагрузка может влиять на функции различных систем по-разному.

Пример 16. Аналогичные результаты были получены в других ранних исследованиях систем радиолокационного обнаружения, в которых шести опытным офицерам службы разведки военно-морской авиации были предложены пять вариантов уплотнения времени. Как можно было ожидать, вероятность обнаружения новых и старых целей заметно уменьшалась с увеличением плотности времени (рис. 2.6). Было продемонстрировано, что функциональная зависимость между вероятностью обнаружения дискретных событий и плотностью времени является вероятностной функцией, принимающей форму $p = ae^{bx}$, где x — плотность времени, имеющая нелинейную форму.

Более поздние исследования дают сравнимые результаты. В исследованиях Белла и др. [9] испытуемые выполняли задачу наблюдения в течение 90 мин, требующую обнаружения положительного знака, появлявшегося время от времени на матрице, смонтированной из ячеек круглой формы. Плотность стимулов (наряду с другими переменными) изменялась с 4 на 12. Хотя время обнаружения для обеих плотностей было почти одинаково, точность обнаружения сигнала значительно изменялась: в среднем испытуемые делали на 39% больше ошибок при повышенной плотности.

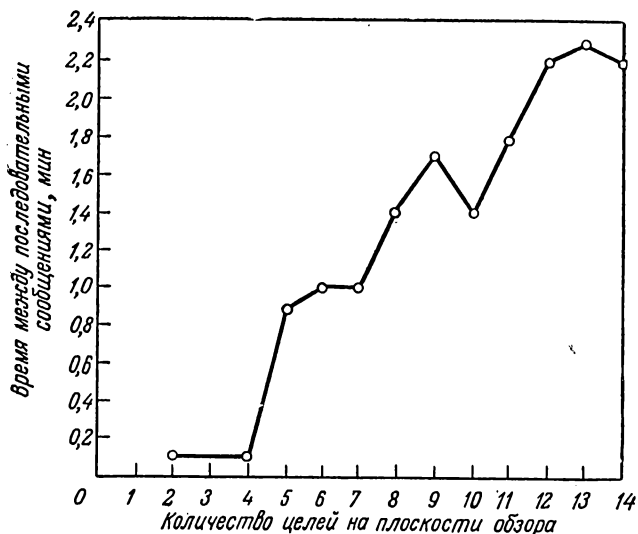


Рис. 2.5. Время между последовательными сообщениями о целях как функция количества целей противника (печатается с разрешения из работы Леффорда и Таубмана, 1950, пример 15).

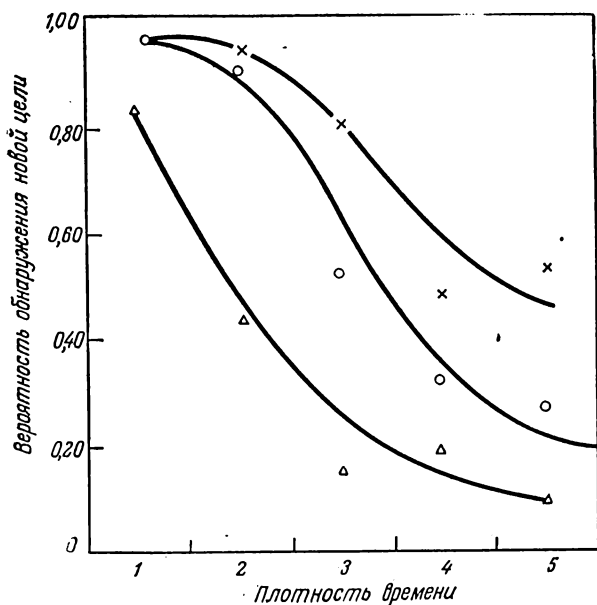


Рис. 2.6. Вероятность обнаружения целей как функция количества наблюдаемых целей в единицу времени (печатается с разрешения из работы Синайко и др., 1971).

△ — однократная развертка (0,16 мин); ○ — трехкратная развертка (0,5 мин); × — шестикратная развертка (1 мин).

Пример 17. В полуавтоматической системе управления движением воздушного транспорта и бортовой системе наблюдения и предупреждения начало слежения требовало от оператора опознавания принадлежности отраженного радиолокационного сигнала наблюдаемому самолету. С помощью светового карандаша на экране дисплея оператор помечал один из пяти отраженных сигналов, который должен был отслеживаться компью-

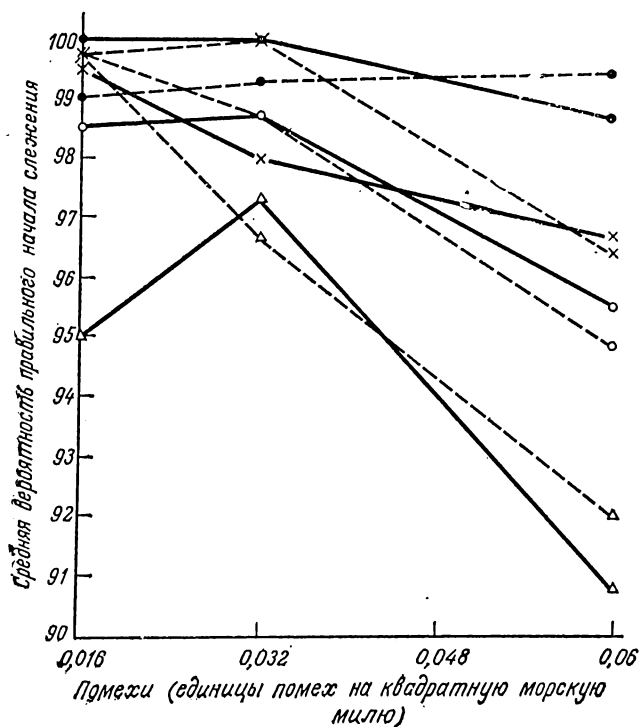


Рис. 2.7. Вероятность правильного начала слежения за траекторией цели как функция количества целей, помех, скоростей введения (1) и перемещения (печатается с разрешения из работы Милса и Бауэра, 1971, пример 17).

— 985 км/ч; --- 1683 км/ч; × — $I=2/\text{мин}$; ● — $I=2,5/\text{мин}$; ○ — $I=3/\text{мин}$; △ — $I=4/\text{мин}$

тером, и затем нажимал клавишу. Слежение поддерживалось тем же способом, но нажималась другая клавиша. Переменные нагрузки обуславливались 1) скоростью введения цели (две, три и четыре цели в 1 мин); 2) плотностью помех (90, 180 и 360 вспышек на зону наблюдения) и 3) скоростью перемещения цели (985 и 1683 км/ч). Фактор скорости заметно сказывался на трех использовавшихся параметрах работы. Увеличение скорости введения целей и плотности помех оказывали

существенное влияние на начало и весь процесс слежения, снижая эффективность работы. Однако основное воздействие этих переменных проявлялось при их предельных значениях — четырех целях в минуту и 360 помехах (рис. 2.7). Как и можно было ожидать, наблюдалась тесная взаимосвязь помех и скорости. Следует отметить, что большинство ошибок в начале и в самом процессе слежения возникало под влиянием темпа, а не скорости.

Хотя влияние плотности помех на работу было весьма ощутимым, оно проявлялось только на таких уровнях, возникновение которых в операционных ситуациях, по мнению исследователей, считалось маловероятным. Было вычислено, что максимальная нагрузка, с которой может справиться один оператор, состояла в одновременном слежении за семью траекториями (на каждой траектории слежения до трех новых целей). Метерс [77] в своих исследованиях определил, что средний уровень насыщения составляет 10—12 целей. Некоторый выигрыш в работе достигался за счет дополнительного опыта испытуемых, приобретенного ими в проводившемся ранее эксперименте.

Визуальные функции

Влияние нагрузки изучалось также в задачах визуального характера, возлагающих на оператора выполнение функций, отличных от функции обнаружения. В этих задачах в качестве переменного фактора нагрузки обычно выступает количество объектов на дисплее (дисплейная плотность), требующих опознания. Оператор должен был их идентифицировать, определить место нахождения, подсчитать количество или вспомнить относящуюся к делу информацию.

Пример 18. В эксперименте, состоящем в подсчете символов, предъявляемых на слайдах, нагрузка равнялась 20, 60 и 100 символам на один слайд. Среднее время подсчета и ошибки в счете возрастали почти в прямо пропорциональной зависимости от увеличения количества символов на слайде.

Пример 19. Аналогичное влияние нагрузок было найдено и в эксперименте по узнаванию и воспроизведению по памяти букв на слайдах: 79,4, 49,5 и 36,3% стимулов были переданы правильно, при этом на слайдах было соответственно 4,8 и 12 букв. Количество реакций возрастало непосредственно с увеличением нагрузки: 3,52, 4,49 и 4,81 реакции при использовании 4,8 и 12 букв на каждую попытку.

Пример 20. В данном примере было найдено, что точность сообщения представляет собой почти обратно пропорциональную зависимость от количества букв, представленных на слайде. Темп нагрузки в эксперименте (т. е. скорость возрастания или

уменьшения нагрузки во времени) менялся. Эта переменная величина гипотетически важна, поскольку и в ситуации контроля за движением самолетов нагрузка может возрасти, приближаясь к какому-то критическому времени, а затем падать. Различия в работе при разных темпах были незначительны.

Пример 21. Влияние нагрузки проявлялось также в задаче визуального поиска закодированных стимулов. На одном дисплее предъявлялись 40, 80 и 120 стимулов. В задачу оператора входило опознать, определить местоположение, подсчитать, сравнить и уточнить эти символы. Различия в количестве правильных реакций в минуту для трех уровней нагрузки — 11,36, 8,45 и 7,60 — имели большую статистическую достоверность.

Выводы. Во многих ситуациях нагрузки, рассмотренных в предыдущих примерах, исследовалась только одна функция или задача. Ситуации с несколькими задачами представляют собой тип нагрузки, в какой-то степени отличающийся от описанных выше. Входной сигнал одного типа (например, траектории самолетов) может создать нагрузку путем повышения частоты или количества импульсов одного и того же типа. Однако в реальной действительности более характерно наличие отличающихся друг от друга типов входных сигналов, требующих от оператора одновременного выполнения различных функций (например, управления и коммуникации). Ситуациям с несколькими задачами *присуще индуцирование нагрузки*, поскольку они связаны с распределением внимания оператора.

Характер системы также влияет на выполнение отдельной задачи. Например, Маккензи [75] записывал данные о пяти задачах по управлению и слежению, выполняемых автономно или в процессе работы системы. Качество решения четырех из них во время работы системы в большей или меньшей степени ухудшалось, а одной — улучшалось.

Ситуации с многими задачами весьма активно изучались Чайлсом, Алуизи и Адамсом (см. пример 22) в связи с исследованиями влияния длительных операций на работу. В их опытах серия экспериментов состояла из двух активных (компенсаторное слежение и арифметический счет в уме) и трех пассивных задач (наблюдение за двумя измерительными приборами, реагирование — выбор реакции на красную и зеленую сигнальные лампочки, реакция на удаленную желтую лампочку). Влияние рабочей нагрузки может быть измерено путем сравнения результатов решения одной задачи, например задачи контроля, с результатами решения целой серии задач.

Пример 22. В данном исследовании обнаружены типичные результаты. Две группы из четырех испытуемых подвергались тестированию в течение шести сеансов. Каждый сеанс длился

четыре часа. В первые два часа требовалось решить всю серию задач, а в последние — выполнялись только задачи контроля, при этом регистрировались данные о каждом пятнадцатиминутном периоде.

На рис. 2.8 представлено процентное содержание правильных ответов по обнаружению сигналов на слух для двух условий. Из графика становится очевидным, что разница между выполнением только задачи контроля и полной серии задач весьма велика. Аналогичные результаты были найдены и в задачах других типов.

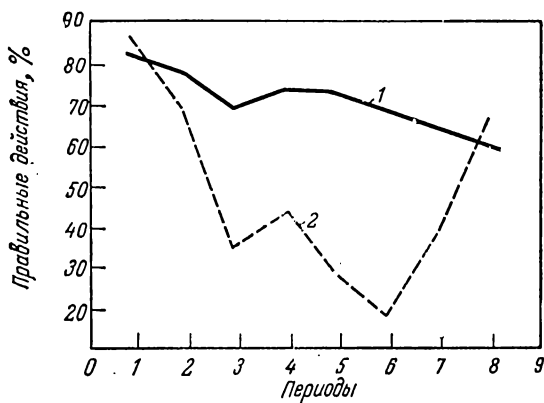


Рис. 2.8. Влияние нагрузки на точность слухового контроля в ситуации с несколькими задачами (печатается с разрешения из работы Чайлса и др., 1968, пример 22).

1 — только контроль; 2 — полная серия задач.

Авторы исследования предположили, что в рамках этой серии задач «рабочая нагрузка», вероятно, представляла собой величину «свободного времени», используемого оператором для концентрации внимания на задачах контроля. Таким образом, комплекс задач заставляет испытуемых распределять внимание на разнообразные дисплеи в целях обеспечения максимальной эффективности работы. В таких задачах испытуемые должны обладать достаточной гибкостью в обращении с информацией.

Пример 23. Результаты, тождественные найденным в примере 22, были получены и в ситуации с несколькими задачами при использовании аналогичных входных сигналов. Переменная величина рабочей нагрузки представляла собой сочетание двух или трех задач в отличие от случая базовой (единственной) задачи.

Результаты этого исследования показали, что нагрузка оказывала влияние на одни задачи и не оказывала на другие,

причем не всегда устойчивое (для функции контроля). На выполнение функций наблюдения и слежения влияла вся серия задач, а на выполнении арифметических действий это не сказывалось. Добавление третьей задачи к функции контроля вызывало улучшение работы по некоторым параметрам, хотя наблюдаемые эффекты не были статистически достоверными и причина этого улучшения неясна.

Исследователи указывали, что причины дифференцированного влияния нагрузки на выполнение задач в какой-то степени объясняются факторами, свойственными самим задачам и организации их решения в общем процессе, а не условием полной нагрузки. Например, влияние рабочей нагрузки на время движения, удовлетворяющее условиям задачи выбора времени реакции в примере 23, было, вероятно, результатом перцептивно-моторного конфликта, вызванного периодическим загоранием красной или зеленой лампочки при выполнении арифметических операций.

Рабочая нагрузка, являющаяся следствием аддитивности задач, служит прекрасным примером явления, определяемого как «внутренняя нагрузка». Она создается не входными (внесистемными) сигналами, а вследствие конкуренции самих задач.

Таким образом, нагрузка может быть предусмотрена в самой структуре задачи либо преднамеренно (согласно требованиям задачи), либо случайно (как результат ошибки проектирования). Нагрузка может также возникать либо от временных, либо от постоянных случайных воздействий экстрасистем (внешней среды). Внутренняя нагрузка должна представлять особый интерес для разработчиков систем, так как при правильной разработке проекта она легче контролируется, чем нагрузка, возникающая от входных сигналов экстрасистем. Однако неизвестно, одинаково ли влияние столь разных условий нагрузки на работу оператора.

Пример 24. Рассматривалась ситуация с несколькими задачами, включающая контроль и слежение. Переменные величины нагрузок были представлены 1) скоростью предъявления информации (измеряемой количеством отклонений от нулевой точки — 24, 36 и 48 — и запрограммированной на ряде шкал приборов в заданный момент времени) и 2) количеством шкал с предъявляемой информацией (6, 12 и 18). Исходя из продолжительности времени реакции и отвлечения внимания от целей, обе переменные нагрузок были определены на уровне 0,05, как это показано в табл. 2.2.

Таким образом, оператор может справляться с большим потоком информации, если она подается на меньшее количество дисплеев. Направление того же объема информации по большему количеству каналов ухудшает работу оператора.

Таблица 2.2

Влияние нагрузок в ситуации с несколькими задачами¹⁾

Скорость предъявления (число единиц)	Средняя преобразуемая величина	Количество шкал	Средняя преобразуемая величина
48	10,10	18	10,24
36	9,28	12	9,70
24	8,98	6	8,42
Время отвлечения внимания от цели, с			
48	96,18	18	87,08
36	79,30	12	85,11
24	70,32	6	73,61

¹⁾ По Олсону, 1963, пример 24.

Пример 25. Непостоянство влияний нагрузок проявилось в исследовании с участием двух групп испытуемых по пять человек в каждой, при этом использовались три скорости предъявления сигналов (9, 4, 15,5 и 20,6 сигнала в час). Критическим сигналом, который должен был быть обнаружен, служил значительный сдвиг стрелки на шкале любого из четырех приборов. Когда время обнаружения выступало в качестве параметра работы, входная скорость не оказывала значительного влияния на задачи независимо от того, решались задачи в совокупности или отдельно друг от друга.

Пример 26. Каковы наблюдаемые различия в выполнении работы, если оператор должен в одном случае, обрабатывать одновременно два источника информации, а в другом — два источника информации последовательно один за другим? Испытуемые выполняли задачу компенсаторного слежения, выслушивая в то же время названия восьми букв и запоминая их. Не удивительно, что при одновременной обработке информации надежность работы при неразделенных во времени сигналах была значительно хуже, чем в контрольной группе; также понятно, что ухудшение работы было значительным при более сложном сигнале (рис. 2.9). С приобретением навыков в процессе работы ухудшение работы ослаблялось, и опять-таки чем сложнее был сигнал, тем это ослабление становилось заметнее. Воспроизведение ухудшалось при нераспределенных во времени сигналах и улучшалось при менее сложном сигнале.

Аналогичные результаты были получены Винером [116] в исследовании исполняемых одновременно функций контроля и слежения. Однако в рассматриваемой ситуации сообщение испытуемым определенных групп результатов их работы почти полностью

исключало негативные влияния распределения времени.

Только что представленные результаты заставляют предположить, что операторы могут перераспределять свои возможности относительно обработки информации входных каналов пропорционально вероятности того, что каждый канал несет информацию, релевантную ожидаемой в каждом испытании реакции.

В некоторых исследованиях можно найти доказательства возможности улучшения работы с нераспределенными во време-

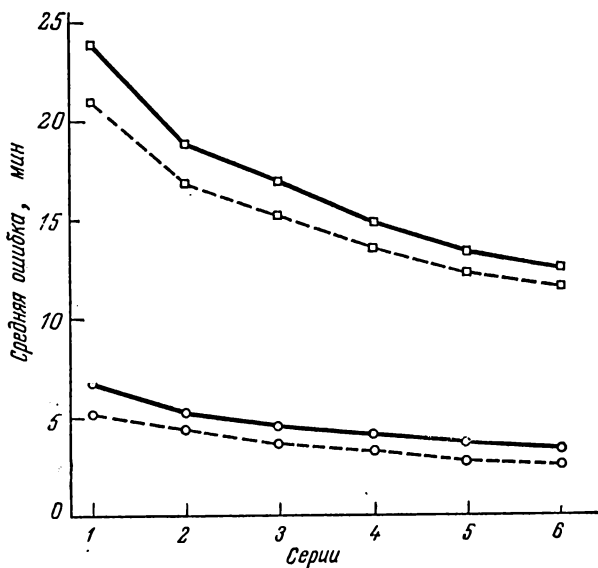


Рис. 2.9. Ошибка слежения как функция сложности сигнала и распределения времени (печатается с разрешения из работы Шульмана и Бригса, 1971, пример 26).

□ — □ распределение времени (сложный сигнал); □ — □ сложное управление;
○ — ○ распределение времени (простой сигнал); ○ — ○ простое управление.

ни сигналами путем тренировки [37]. В таких ситуациях с несколькими задачами оператору необходимо разработать стратегию распределения своего внимания. Однако не всегда эту стратегию удастся применить. Например, оператор может иметь относительно большие потери времени на информационные каналы, характеризующиеся большой вероятностью или высокой частотой появления сигналов, для обеспечения реакции на сигнал другого канала, в котором сигналы очень редки. Это почти всегда приводит к ухудшению работы.

Ухудшение работы в примере 26 приписывалось ситуации последовательной обработки даже несмотря на то, что источ-

ники информации не перекрывали друг друга во времени. Те же результаты относятся и к измерениям скорости. Ухудшение работы возникало главным образом при тяжелых нагрузках.

Выводы. Влияние различных типов входных нагрузок может дополнять друг друга, проявляясь следующим образом: 1) две входные переменные оказывают дифференцированное влияние на работу, но их совместное влияние значительно заметнее; 2) ни одна из двух входных переменных не создает нагрузки на работу, но обе вместе оказывают значительное влияние.

Примеры исследований

Пример 27. В одном из исследований, связанном с обработкой информации, нагрузка создавалась двумя способами: входной скоростью (17, 20, 24, 30 и 40 сообщений в минуту, предъявляемых визуально) и количеством стимулов (2, 3 и 4 знака в слове). Обе переменные вызвали значительные эффекты нагрузки. При определенной величине входных скоростей увеличение количества стимулов приводило к заметному ухудшению в работе; при постоянном количестве стимулов увеличение скоростей на входе также отрицательно сказывалось на работе. Важным моментом является то, что характер взаимодействия рассматриваемых переменных (рис. 2.10) усложняется.

Качество работы, измеряемое в виде процентного содержания ошибок, падало очень быстро при одновременном увеличении входной скорости (темпа) и количества символов.

Пример 28. Изучение работы по управлению движением воздушного транспорта иллюстрирует вторую ситуацию в приведенных выше выводах. Операторы (девять испытуемых) использовали имитированную систему радиолокационного наблюдения за вектором скорости самолетов. Переменная нагрузки представляла собой количество ведомых самолетов (3, 6, 8). Дополнительной переменной, увеличивающей нагрузку, была скорость самолетов (при одинаковой скорости для всех — 232 км/ч, при трех разных скоростях — 208, 232 и 256 км/ч, при шести разных скоростях — от 192 до 304 км/ч).

Когда все самолеты имели одинаковую скорость, изменения в работе, выраженные в виде постоянной ошибки, были незначительны. Более того, оператор так же хорошо справлялся с восьмью самолетами, как и с тремя. Однако, когда самолеты имели разную скорость, наблюдались значительные различия в качестве наведения по мере увеличения количества управляемых самолетов. Вероятно, отсутствие закономерности в смене скоростей добавляло к нагрузке параметр сложности, чего не было при изменении количества самолетов, летевших с одинаковой

скоростью. Когда имели место оба названных фактора — разность в скоростях и увеличение числа самолетов, — количество столкновений значительно возрастало (рис. 2.11). При этом чем больше был диапазон скоростей, тем сильнее снижалась эффективность работы в результате изменения условий нагрузки.

Пример 29. Тот же дополнительный эффект проявляется и в совершенно другом контексте — в задаче радиолокационного обнаружения, в которой условиями нагрузки были: 1) плотность

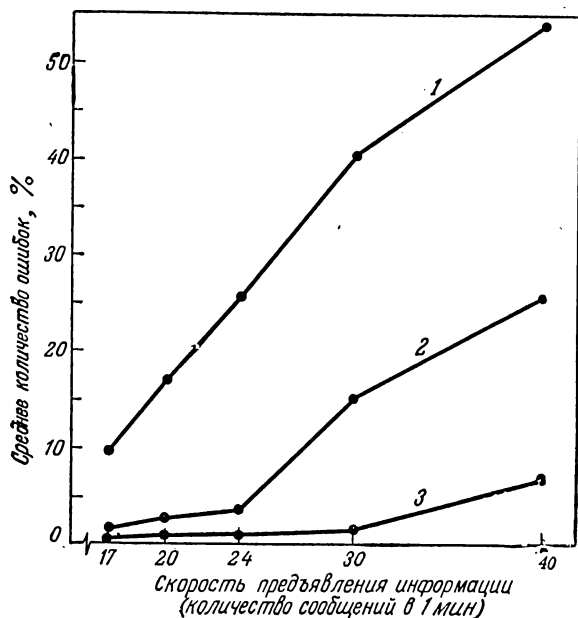


Рис. 2.10. Ошибка как функция скорости ввода сигналов и количества стимулов (печатается с разрешения из работы Япта, 1959, пример 27).

1 — слово из четырех символов; 2 — слово из трех символов; 3 — слово из двух символов.

целей (т. е. количество отраженных сигналов: 5, 10 и 15) и 2) коэффициент развертки (вероятность контактного «изображения» на дисплее, равная 0,5, 0,75 и 1,0). Была замечена тенденция к ухудшению работы при увеличении плотности целей и уменьшении коэффициента развертки, но условия индивидуальной нагрузки не были статистически достоверными.

Однако *взаимодействие* двух переменных было значительным; наблюдалось резкое снижение качества работы, когда плотность целей превышала 10, а коэффициент развертки был менее 0,75. Наблюдались также значительные индивидуальные различия между операторами, что и следовало ожидать. Однако исследо-

ватели не могли приписать заметные отклонения, проявлявшиеся даже среди тренированных и опытных операторов, различиям в остроте зрения или уровню общего развития.

Выводы. В системах с несколькими операторами, состоящих из нескольких подсистем, влияние нагрузки может распределяться по-разному, возможно, из-за индивидуальных различий в структуре систем или функций, выполняемых подсистемами. Влияние нагрузки на оператора и систему может быть не одинаковым.

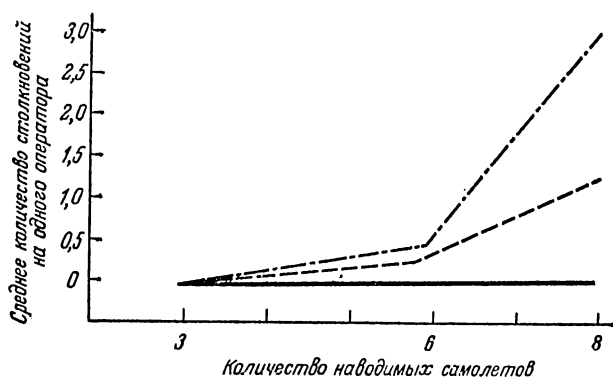


Рис. 2.11. Аддитивность влияния нагрузки (печатается с разрешения из работы Мейдни, 1955, пример 28).

—— 232 км/ч; — — — 208–256 км/ч; — · — · — 192–304 км/ч.

Примеры исследований

Если, как мы допускаем, система «человек — машина» представляет собой сущность, отличную от оператора, то должны проявляться и различия во влиянии нагрузок, при условии что удастся разграничить влияние нагрузки на оператора и систему. К сожалению, очень мало исследований посвящено изучению этой проблемы, поскольку многие из них выполняются не в контексте системы. Однако и при системном подходе наблюдается такая идентичность между выходными параметрами системы и оператора, что трудно сделать какие-либо различия между ними. То есть для того чтобы стало возможным проводить такую грань, необходимо получать резко отличающиеся данные измерений выходных результатов системы и оператора. Например, мерой реакции оператора могло бы быть количество ошибок или время обнаружения сигнала, а мерой выходного результата системы — количество потребляемого топлива или количество вылетов.

Пример 30. Одно из исследований выполнялось на макете бортовой системы сбора донесений (в натуральную величину).

тремя командами, состоящими из двух — четырех поисковых операторов и двух расчетчиков. Переменная нагрузки определялась временем нахождения цели в поле зрения в минутах, т. е. «минута цели» равнялась движению цели в течение 1 мин в поле зрения оператора. Минуты цели могли складываться. Нагрузка также определялась исходя из наблюдаемых событий (появление и исчезновение цели в зоне наблюдения). (См. также пример 15). Четыре уровня нагрузки составляли 40, 80, 120 и 160 «минут целей» и им соответствовали 8, 12, 18 и 24 события. Команды практиковались в течение шести дней.

Насыщение системы произошло во время наибольшей плотности нагрузки, хотя отдельные поисковые операторы *не* были перегружены, доказательством чему послужило равенство эффективностей передачи информации двумя и четырьмя операторами. Насыщение системы, по-видимому, произошло не на позициях поисковых операторов. Однако не было выяснено, где именно это случилось, поскольку плотность нагрузки не влияла на работу расчетчиков.

Влияние других переменных нагрузки, отмеченное в рассмотренных ранее примерах, было найдено и в данном исследовании. Например, обнаружены влияния с нелинейной зависимостью: качество работы стабильно повышалось на протяжении нагрузки третьего уровня, после чего дополнительная нагрузка не создавала увеличения реакций. Однако скорость сообщений повышалась с ростом нагрузки. По мере возрастания плотности нагрузки количество отчетов о курсе и скорости пропорционально увеличивалось. Другая, распространяемая далее результирующая информация пропорционально уменьшалась, что можно объяснить стратегией фильтрации, используемой операторами. Процентный состав обнаружений снижался при увеличении нагрузки, но обнаружение новых целей оставалось постоянным для второго, третьего и четвертого уровней нагрузки. Первоначальная, легкая нагрузка показала наилучшее время обнаружения по сравнению с последними тремя уровнями нагрузки. Сообщения о положении самолетов были более точными при средних нагрузках, чем при легких или тяжелых. Все это поддерживает предположение о нелинейной зависимости между нагрузкой и работой, представленной на рис. 2.1.

ФАКТОРЫ ОПЕРАТОРОВ

Выводы. Часто наблюдаются значительные индивидуальные различия между реакциями операторов на нагрузку, что в значительной степени обусловлено используемыми ими «стратегиями» или методами адаптации к повышенному стрессу.

Примеры исследований

Существуют два типа факторов, вызывающих различия между операторами: «интер-операторные» и «интра-операторные». Хорошо известно, что каждый оператор по-своему реагирует на одну и ту же нагрузку. К тому же один и тот же оператор в разное время может по-разному реагировать на равные условия нагрузки вследствие временных изменений, например бдительности и мотивации.

Тот факт, что операторы по-разному реагируют на одну и ту же нагрузку, может привести к мысли о том, что нагрузка как бы активизирует способность индивида сопротивляться ее воздействию. Действительно, переменные, характеризующие оператора, могут в значительной степени сгладить влияние переменных нагрузки [94], что замечали многие авторы и специалисты, а именно: индивиды различаются между собой тем, как они манипулируют с входными сигналами. Эти различия уменьшаются в результате длительной тренировки, хотя и опытные операторы могут в значительной степени отличаться друг от друга (см. пример 29).

Поэтому с точки зрения проектировщика системы представляется целесообразным выбирать операторов по их способности «сопротивляться нагрузке». К сожалению, почти нет данных, соотносящих эту способность с выносливостью.

Разнообразие в реакциях на нагрузку может вытекать из тенденции оператора выбирать (намеренно или подсознательно) ту или иную «стратегию» или метод приспособления к повышенному стрессу, вызываемому входными сигналами [86]. Можно сказать, что не существует обязательного несоответствия между гипотезой о присущей индивиду способности сопротивляться нагрузке и его способностью выбирать более эффективную стратегию. Те, кому присуще сопротивление нагрузке, могут проявлять это черту потому, что они лучше ориентируются в выборе стратегии адаптации.

Одним из наиболее значительных открытий в исследованиях нагрузок является частичная зависимость системы и оператора от условий входной нагрузки.

Подобно тому как повышается эффективность работы при низких уровнях нагрузки, оператор адаптируется повторно в тех случаях, когда нагрузка становится очень напряженной, применяя один (или более) из следующих методов.

Выбор реакций. Оператор продолжает выдавать те выходные сигналы, которые он считает важными, и сокращает количество менее важных сигналов. Несущественные действия исключаются,

Пропуск реакций. В задачах, допускающих пропуск реакций, такое изменение поведения разрешается.

Очередность реакций. Оператор может отложить выдачу ответных реакций на время наложения входных сигналов в надежде наверстать это в период затишья.

Фильтрация. Оператор может пренебречь обработкой некоторых категорий информации. Однако фильтрация отличается от пропуска реакции, при которой оператор вообще не успевает среагировать на сигнал, в то время как при фильтрации он реагирует на сигнал, учитывая меньшее количество параметров. Фильтрация возможна там, где входной сигнал имеет более одного параметра, важность которых можно оценить.

Модификация критериев. Одним из вариантов метода фильтрации является уменьшение отличительных критериев: оператор сокращает категории отличия, реагируя на входные сигналы с меньшей точностью (например, укрупнение масштаба). В коммуникационной ситуации, например, оператор может сократить длительность сообщения, изъяв второстепенные или ненужные слова.

Балансирование нагрузки или распределение времени. Оператор может использовать несколько каналов одновременно и при этом распределять свое внимание между разными источниками входных сигналов.

Чтобы оператор мог воспользоваться приведенными выше методами адаптации, ситуация задачи должна позволять ему модифицировать свои реакции. В жестко детерминированных системах, в которых входные сигналы однозначно определены и требуют заданной реакции, эти методы применить весьма затруднительно. Фрид [36] указывает, что взаимодействия операторов имеют существенное значение для обеспечения надежности МСЧМ.

Можно предположить, что адаптация происходит прежде всего в задачах, характеризующихся значительным объемом познавательной нагрузки. Однако адаптация оператора может также наблюдаться и в задачах слежения. Инс и Виллиджес [47] нашли, что оператор не успевает адаптироваться к динамике изменяющейся системы, но хорошо адаптируется, если у него достаточно времени. Увеличение скорости изменений должно сопровождаться появлением более заметного события, которое оператор смог бы обнаружить, причем для этого ему потребуется меньше времени.

Пример 31. В эмпирическом исследовании управления движением воздушного транспорта в аэропорту Орли (Париж) переменными нагрузок были общее количество самолетов (от четырех до восьми) и количество уже контролируемых самолетов (ноль, два и четыре). Зависимая величина представляла

собой степень согласованности маршрутов, выбираемых операторами. Эта величина была максимальной при низкой нагрузке движения (четыре самолета) или при очень высокой (восемь самолетов).

При небольшом движении данные о каждом самолете обрабатывались индивидуально; по мере увеличения интенсивности движения количество прямых (кратчайших) траекторий уменьшалось и приходилось обрабатывать большее количество данных на каждый самолет. Следует подчеркнуть, что при повышении интенсивности движения оператор сокращал количество обрабатываемых им переменных величин. При малой интенсивности движения он принимал во внимание характеристики работы, уровни полетов и географические данные. При высокой интенсивности движения он учитывал только уровни полетов, поскольку самолеты взлетают со стоянки с самого нижнего полетного уровня. В данном случае выбранная оператором стратегия использует преимущества ограничений, присущих окружающей среде.

Очевидно, свобода оператора в выборе решений в большей степени проявляется при средней интенсивности движения. При низкой интенсивности оператор не имеет почти никаких ограничений, но количество возможных решений ограничено. Количество возможных решений увеличивается с повышением интенсивности движения, но при этом увеличивается и напряженность работы из-за насыщения воздушного пространства или из-за ограничений, свойственных оператору как индивиду. Длительность сообщения уменьшается немного, но это имеет важное значение; второстепенные или ненужные слова и даже некоторые сообщения исчезают (фильтрация, укрупнение). Оператор становится менее пассивным с находящимся с ним на связи пилотом и передает больше сообщений. Таким образом, возрастание нагрузки работы (из-за увеличения интенсивности движения) модифицируется изменением стратегии оператора.

Пример 32. В других исследованиях управления движением воздушного транспорта операторы выбирали стратегию сохранения максимальной степени свободы в течение возможно большего времени. Когда самолеты находились на большом расстоянии от центра зоны управления, не предпринималось никаких попыток задать точную последовательность приземления или прогнозировать возможные конфликты между самолетами. Вместо этого оператор делал заключение, касающееся всей группы самолетов (например, сможет ли он принять данное количество самолетов). По мере приближения самолетов к зоне наземного управления посадкой принимались последовательные решения относительно необходимого разделения положений самолетов во времени или пространстве с целью установления

очередности их приземления. Такого рода стратегия требует минимального использования средств связи и изменения траекторий и скоростей самолетов, облегчая тем самым учет случайных воздействий вплоть до нескольких последних минут захода самолетов на посадку. Операторы продемонстрировали способность выдерживать нерегулярность движения самолетов (фактор, индуцирующий нагрузку?), хотя и способствовали ее возникновению там, где ее раньше не наблюдалось. Умеренная степень нерегулярности движения самолетов может облегчить работу оператора. Возможно, влияние предсказуемости входного сигнала на работу увеличивается с увеличением сложности и длительности задачи, характер которой исключает использование заранее заданного или жестко зафиксированного решения.

Пример 33. Аналогичные результаты были найдены при изучении противовоздушной обороны (в полуавтоматической системе передачи данных). При увеличении нагрузки (количества траекторий) в три раза по сравнению с первоначальной нагрузкой операторы перестроились так, чтобы более эффективно справиться с задачей. Они придумали и опробовали новые методы борьбы с нагрузкой, упростили задачу, научившись устанавливать различия между траекториями в зависимости от их значения и уделяя больше внимания существенной информации. Объем работы операторов не возрастал при увеличении нагрузки, что вызывает некоторые сомнения в отношении концепции нагрузки как работы. Скорее всего они адаптировались к ней и изменили свою стратегию, сократив количество траекторий и направив свое внимание в основном на предполагаемые самолеты противника. Следует отметить взаимосвязь стратегии оператора с отношением ценности стимулов к выигрышу: очевидно, траектории самолетов противника имеют большую ценность и выигрыш. (См. также пример 10.)

Пример 34. В ситуации, аналогичной описанной в примере 33, при увеличении нагрузки движения самолетов в пять раз не наблюдалось пропорционального изменения количества критических и одновременно отслеживаемых траекторий, а также скорости вербальных коммуникаций. (Оператор работал «вплоть до» какого-то максимального уровня нагрузки.) Однако, чтобы справиться с этой нагрузкой, операторы уменьшали среднее время наведения каждой критической траектории и пропорционально уменьшали количество отслеживаемых некритических путей.

Результаты, полученные в примерах 33 и 34, представлены графически на рис. 2.12, взятом из примера 34. Как писали авторы, «доля самолетов, вторгающихся по опасным направлениям (и потому принимаемых за возможные самолеты противни-

ка), оставалась по существу той же самой (90—95%) независимо от возрастания нагрузки. Однако при этом наблюдалось заметное уменьшение некритических ведомых путей (взаимодействие класса и нагрузки). Возрастание нагрузки побуждало к ликвидации несущественных действий в поведении оператора и в конечном счете вызывало изъятие почти всех элементов поведения, не являющихся критически важными для обороны данной зоны. Команды операторов проявляли также склонность (по мере возрастания нагрузки) вести самолеты в течение все более короткого времени и при меньшем количестве сообще-

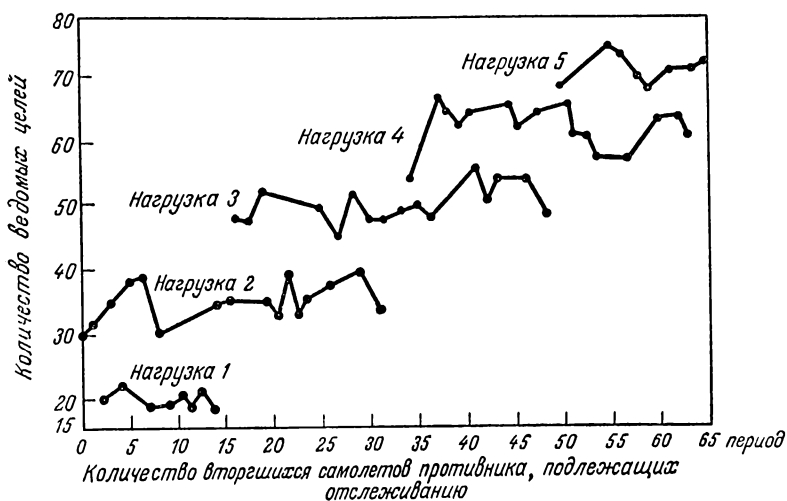


Рис. 2.12. Количество ведомых целей как функция нагрузки интенсивности движения и практики оператора (печатается с разрешения из работы Свитленда и Хейторна, 1961, пример 34).

ний... В начале решения каждой задачи команда операторов... вела любой объект до момента его опознания (или до тех пор, пока он не признавался безопасным). Как только обработка данных заканчивалась, в поведении операторов исчезало намерение следить за каким бы то ни было графическим изображением» (стр. 109).

Было отмечено, что «...когда новый элемент вводился в систему... наблюдался «начальный взрыв» активности, связанный с необходимостью анализа нового явления. Названная активность отличается от обработки информации тем, что, по существу, носит диагностический характер. В результате анализа нового явления определяется соответствующий способ обработки» (стр. 111).

Выводы. Влияние нагрузок модифицируется побуждениями, значимостью стимула и ожидаемым выигрышем. Участвуя в реализации выбранной им стратегии в условиях возрастающей нагрузки, оператор выборочно реагирует на входные сигналы, которые он считает (или должен считать по инструкции) наиболее важными для выполнения своей задачи.

Примеры исследований

Подготовленный оператор начинает работу в системе с первоначального диагноза ситуации, чтобы определить (сознательно или подсознательно) соответствующую стратегию манипуляции входных сигналов (даже если после этого диагноза он придет к выводу о том, что никакая стратегия не нужна или невозможна в данной ситуации). Конечно, чтобы выбранная стратегия имела успех, рассматриваемая ситуация должна содержать множество входных сигналов. Далее необходимо обеспечить возможность их разделения по значимости и отличиям в ответных реакциях.

Хотя все это абсолютно логично, результаты экспериментальных исследований в этой области по ряду причин не вполне сопоставимы.

1. Стратегии, основанные на субъективном суждении о значимости стимулов, могут сводиться на нет при наличии более структурированных переменных, таких, как длительность предъявления стимула. Например, если длительность предъявления стимула слишком мала и оператор не успевает эффективно обработать данные, то он может и не суметь применить критерий значимости к стимулу.

2. Необходимо делать различия между такими побуждениями, как денежное вознаграждение, заставляющее оператора лучше работать, и значимость стимула, служащего прежде всего для направления его внимания. В примерах 33 и 34 ясно показано, что операторы реагируют по-разному на стимулы разной значимости. Однако при отсутствии других руководящих мотивов эти побуждения могут и не мобилизовать оператора на более эффективную работу.

Данные, относящиеся к побуждениям, получены главным образом при исследовании процессов обнаружения. Бергум и Лер [11], используя военных в качестве испытуемых, сопоставили выполнение прерываемых функций контроля с выполнением тех же функций, прерываемых офицером более высокого чина, указывающего на ошибочные пропуски. Последняя группа

достигла значительно более высокой степени обнаружения. Аналогичные результаты получены Уэйром и др. [113] для группы, с которыми обращались «автократически» и «демократически». Бергум и Лер [12] нашли, что материальные побуждения оказывали положительное влияние на бдительность, но влияние это было кратковременным. Левин [68] рассматривал влияние значимости и стоимости цели в структуре процесса принятия решения, т.е. предполагая, что эти переменные определяют критерии решения, устанавливаемые наблюдателем для самого себя. Изучая влияние значимости и стоимости на слуховое обнаружение и опознание цели, Левин нашел, что возрастание стоимости из-за пропусков и ложных обнаружений приводило к ухудшению процесса обнаружения, но на значимость влияния не оказывала. Возрастание нагрузки влияло только на опознание объекта. Аналогично этому Виллиджес [117] нашел, что при простом визуальном наблюдении дифференциальная стоимость почти не оказывала влияния. Читатель может обратиться к Дэвису и Тьюну [28], описавших серию исследований о состоянии бдительности, в которых различные побуждения улучшали выполнение функций контроля.

Тауб [109] изучал влияние дифференциальной значимости на обнаружение и узнавание буквенных стимулов в задаче визуального поиска. Он отмечает, что у испытуемых наблюдалось большее количество правильных опознаний, первоначальных реакций и ошибочных сообщений о стимулах большой значимости, чем о стимулах малой значимости. Процентное содержание начальных реакций на символы большой значимости, так же как и разность в общем процентном отношении символов большой и малой значимости, переданных правильно, увеличивалось непосредственно с ростом коэффициента значимости. Карш и др. [57] обнаружили в задаче последовательного слежения за траекториями самолетов, что категории информации, имеющие наивысшую значимость (с точки зрения вознаграждения), приводили к наилучшей работе, но при этом категории меньшей значимости работу ухудшали. Крист [17] нашел аналогичные, хотя и меньшие по величине соотношения между коэффициентом и значимостью. Однако в противоположность тому, что обнаружил Тауб, дифференциальный коэффициент ценности не влиял на частоту, с которой испытуемые опознавали символ большой значимости в качестве первоначального сообщения.

Пытаясь разрешить это несоответствие, Хирнс и Мосс [43] изменили метод вознаграждения, используя аналогичную задачу визуального поиска. Они заметили, что при возрастании количества реакций большой и малой значимости, соответствующих двум условиям вознаграждения, коэффициент значимости не оказывал влияния на работу.

Тауб и Абрамс (пример 19) нашли, что дифференциальный коэффициент значимости сказывался на работе, но был тесно связан с длительностью предъявления стимула. Различия в работе, зависящие от коэффициента значимости, возрастали с увеличением длительности предъявления стимула; отсутствие возможности показать влияние фактора значимости сигнала, вероятно, обусловлено чрезмерно короткими интервалами предъявления и использования критерия реакции. (Хотя коэффициент и влиял на первоначальные реакции, передачи и количество реакций, он почти не имел устойчивого влияния на точность.)

Способность оператора успешно выбирать необходимую стратегию для поисковой задачи почти наверняка зависит от предоставленного ему времени наблюдения и визуального поиска цели с помощью дисплея.

Пример 35. Влияние значимости цели исследовалось в пяти экспериментах, в которых испытуемые должны были узнать английские буквы, представленные на слайдах. Необходимая точность работы при наличии целей большой значимости несколько превосходила точность работы с целями малой значимости, хотя на общую работу в целом отношение значимостей влияния не оказывало. Наиболее важным результатом данных исследований было открытие того, что коэффициент значимости двух категорий целей оказался менее важной детерминантой уровня работы, чем количество и диапазон разных значимостей. По мере увеличения количества дифференциальных величин значимости точность работы снижалась по сравнению с ситуацией, в которой все цели считались равнозначными.

Хотя эти противоречивые результаты и не опровергают общего принципа дифференциальных реакций оператора, основанных на значимости стимула, они дают все же некоторые основания предполагать, что дополнительные переменные величины усложняют ситуацию.

Пример 36. Переменной величиной нагрузки было количество целей (транспортных средств), предъявляемых на каждом слайде в течение 0,6 с, а задача оператора заключалась в опознании каждой цели. В качестве параметра работы выступало количество правильно опознанных целей. Как и можно было ожидать, влияние нагрузок было значительным. И, что имеет еще большее значение, взаимодействие нагрузки со значимостью цели было также значительным, а доля правильных реакций в процентном отношении *снижалась* (что удивительно) с повышением нагрузки для значимых целей и не снижалась для несущественных целей.

Испытуемые, которым предъявлялись не имеющие значимости стимулы, выполняли работу с гораздо большей точностью (при высоких нагрузках), чем две группы, проинструктирован-

ные относительно результата работы. По-видимому, объяснить это можно тем, что чем больше возможностей предоставляется для обработки информации с помощью дисплея, тем больше вероятность ошибки при выборе элементов информации, подлежащих обработке. Поскольку испытуемые в группе наблюдения за незначимыми целями не могли производить выборочное сканирование экрана дисплея или делать выборочные сообщения, они стремились передавать сведения любой значимости. Испытуемые, наблюдавшие за целями большой значимости, концентрировали внимание на определенных целях и поэтому передавали меньше сообщений. Выборочная реакция на входные сигналы могла создать более или менее эффективную работу системы в зависимости от инструкций, полученных оператором, и от выходных критериев системы.

Пример 37. В исследовании, посвященном определению параметров, влияющих на наблюдение за многоканальными дисплеями, экспериментаторы изучали функцию коэффициента вознаграждения, формат дисплея, время предъявления сигнала, нагрузку и коэффициент вознаграждения, оценивающий выбор того или иного канала. Каждый из 32 испытуемых был проинструктирован поддерживать слежение за состоянием 6- или 10-канального дисплея с цифровым считыванием показаний. Через некоторые интервалы оператору предъявлялись новые элементы информации или запрашивалось одно из показаний.

Все исследуемые переменные величины имели значительное влияние на работу. При выполнении 10-канальной задачи было сделано гораздо больше ошибок, чем при 6-канальной, а также при запросах относительно менее значимых каналов, чем более значимых, что приводит к предположению о наличии некоторой избирательности в обработке информации. Не удивительно, что значительно меньше ошибок было сделано операторами при времени предъявления сигнала, равном 8, а не 5 с.

Опрос участников проведенного эксперимента показал, что испытуемые часто использовали некую стратегию пространственного кодирования, чтобы удерживать в поле зрения траекторию цели. Было найдено значительное влияние факторов вознаграждения: процентное содержание ошибок при запросах каналов высокой значимости снижалось по мере увеличения коэффициента вознаграждения. Это дает основания предположить, что чем больше несоответствие между значимостью разных информационных каналов, тем больше степень фильтрации.

Выводы. Влияния нагрузок можно также модифицировать путем предварительной тренировки операторов и приобретения ими опыта. Представляется обоснованным, что более обученные и опытные операторы должны лучше справляться с большими

нагрузками. Довольно странно, но количество доказательств этого положения невелико, хотя оно и поддерживается в какой-то степени реальными наблюдениями в разных странах мира.

Примеры исследований

Опыт как фактор, влияющий на ответную реакцию оператора при нагрузке, не был достаточно широко изучен. Два ранее приводившихся примера (7 и 11) включали фактор опыта.

В примере 7 смоделирована ситуация противовоздушной обороны. Было найдено, что опыт (определяемый как количество проблем, решенных оператором до данного испытания) имел статистически значимый переменный эффект, хотя и небольшой (рис. 2.13). Задача требовала ряда взаимодействий пяти опера-

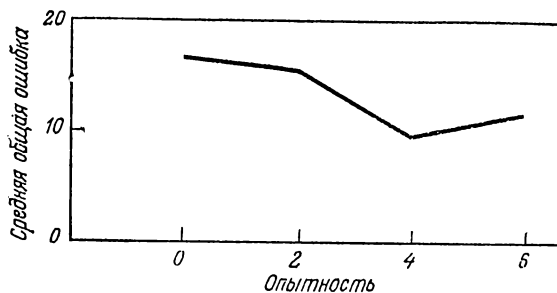


Рис. 2.13. Ошибка как функция опытности оператора (печатается с разрешения из работы Биэна, *Hum. Factors*, 1961, пример 7).

торов. Единственной позицией оператора, на которой наблюдалось улучшение работы как функции опыта, была первая позиция (т. е. позиция на входе).

В примере 11 была рассмотрена ситуация наблюдения за воздухом и определения соответствующего контроружия. Опытные операторы, как правило, действовали лучше, чем менее опытные. Задержки во времени при назначении оружия для тех или иных траекторий движения объектов противника накапливались быстрее у менее опытных операторов и были длительнее. Более сложная ситуация, связанная с угрозой нападения, оказывала заметное влияние на группу менее опытных операторов. Менее опытный персонал быстрее достигал предела насыщения при высших уровнях нагрузки, чем более опытные операторы.

С другой стороны, Райт и др. [119] сравнивали работу опытных и неопытных наблюдателей радиолокационной службы обнаружения целей на табло индикатора позиционного плана. В трех испытаниях не было обнаружено значительной разницы между опытными и неопытными операторами; при этом

проявились лишь обычные значительные индивидуальные различия между ними. В одном испытании были обнаружены устойчивые различия между простыми и сложными условиями работы.

Пример 38. Учитывая результаты вышеописанных исследований, можно поставить вопрос: как подготовить команды операторов к функционированию в условиях нагрузок? Подвергать ли их сразу высокой нагрузке или увеличивать ее постепенно? Результаты экспериментов примера 38 на этот вопрос отвечают неоднозначно. Постепенное повышение нагрузки не представляется обязательным условием для разработки более эффективных процедур. Команды модифицируют свое поведение с индосинкраической скоростью, относительно независимой от нагрузки задачи.

Кидд [60] также исследовал влияние постепенной нагрузки на обучение персонала. Операторы системы управления движением воздушного транспорта тренировались в условиях постоянной высокой входной нагрузки или постепенной нагрузки. Результаты испытаний работы операторов, тренировавшихся в условиях постоянной высокой нагрузки, были лучше, чем у операторов, тренировавшихся в условиях постепенно повышавшейся нагрузки. Возможно, при высокой нагрузке операторы получали больше знаний о результатах и с большей скоростью, чем в альтернативной ситуации, просто потому, что им предъявлялось больше входных сигналов.

Пример 39. Приобретение опыта обычно представляют себе как процесс длительной подготовки (в течение месяцев или лет). Однако в любой задаче прошлые события, возникающие за время $T-3$, $T-2$ и $T-1$ и т. д., являются в работе оператора в некоторый момент времени T эмпирическими входными сигналами. Каково же в таком случае влияние на оператора приобретенной ранее устойчивой привычки работать с некоторой базовой скоростью в периоды высокой нагрузки, например в аварийных ситуациях?

В данном эксперименте было выполнено 29 подзадач. В большинстве из них использовались простые сигналы, подобные световой вспышке, и дискретные реакции, такие, как выключение света тумблером. Появившийся на пульте управления сигнал не исчезал до тех пор, пока оператор не приводил в действие соответствующие органы управления.

Базовые скорости составляли 400, 200 и 100 сигналов в час (значительно ниже возможности испытуемых). Пиковой работе (высокая нагрузка) соответствовало предъявление сигналов со скоростью 4000 сигналов в час в течение 40 с, затем пауза в 10 с без сигналов, после чего сигналы вновь подавались на уровне базовой скорости. Периоды между пиками нагрузок составляли 5, 15 и 25 мин.

Анализ времени реакции в периоды высокой нагрузки не показал значительного влияния предшествующей базовой рабочей скорости на деятельность операторов. Время реакции представляло собой почти линейную функцию от количества наложенных друг на друга сигналов, что заставляло оператора использовать определенные аддитивные стратегии (например, очередность) для поддержания эффективной работы.

Влияние стресса, обусловленного скоростью, оказалось функцией непосредственной рабочей нагрузки оператора, независимой от предшествующих уровней нагрузки. Это вполне согласуется с предыдущими положениями о том, что нагрузка в большей степени является реакцией на непосредственные события, чем на долгосрочные требования системы.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ

Выводы. Организационные факторы изменяют влияния нагрузок, но не так сильно, как переменные величины, присущие условиям входных сигналов.

Примеры исследований

Поскольку система часто представляет собой достаточно сложную организацию, можно было бы ожидать, что влияния нагрузок изменяются под действием организационных факторов.

К исследовавшимся факторам относятся следующие:

1. Организация команды операторов (например, взаимозависимость персонала в процессе решения задачи, объем или тип сотрудничества между операторами).
2. Численность команды.
3. Организационная гибкость (например, количество допустимых непредусмотренных реакций).
4. Распределение ответственности между операторами, связанной с реагированием на входные сигналы.
5. Распределение нагрузки среди персонала (например, нагрузки, воздействующей сильнее на одни подсистемы и слабее на остальные).
6. Факторы коммуникации.

Данные не дают картины о четком разделении или о тесной взаимосвязи между этими факторами и нагрузкой. Может быть, и не следует ожидать тесной взаимосвязи, потому что организация системы или команды операторов не является входной величиной сама по себе, а служит в качестве некоторой структуры, в рамках которой функционируют входные величины.

Организация команды операторов

В примере 1 два оператора выполняли задачу, имитирующую управление заходом на посадку самолетов. В этом эксперименте исследовались два противоположных типа организации — с *некомпенсаторными* и *компенсаторными* функциями. В первой ситуации член команды должен был завершить заход на посадку самолета за 1 мин (высокая нагрузка) или за 2 мин (низкая нагрузка) независимо от каких-либо задержек, возникших у его партнера. Во второй ситуации член команды компенсировал задержки партнера, ускоряя заход на посадку своего самолета, чтобы выдержать в среднем общий график захода на посадку, равный 1 или 2 мин.

Была предложена гипотеза о том, что время захода на посадку должно приближаться к критическому в командах с компенсаторными функциями, и именно это и происходило, в особенности при низкой нагрузке. Более того, ожидалось, что полетные ошибки (пропуски и нарушения безопасности) возрастают при выполнении некомпенсаторных функций, что и было подтверждено, но только в условиях высокой нагрузки.

Однако, несмотря на обнаруженные статистически значимые различия, разница между типами организации команды, оцениваемая по лучшим результатам, оказалась минимальной (по крайней мере по окончании тренировки). Работа команд с разной организацией выравнивалась по мере проведения испытаний, возможно, отражая тем самым тенденцию к уменьшению влияний различных организационных структур в процессе обучения персонала. С другой стороны, по мере уменьшения количества ошибок до нуля величина изменчивости, которая может появляться, столь жестко ограничена, что может воспрепятствовать влиянию существующих организационных различий на работу. В любом случае основные различия, продемонстрированные в этом исследовании, — это различия между условиями нагрузки.

Численность команды операторов

Некоторые руководители систем пробовали справиться с флуктуационными рабочими нагрузками путем увеличения численности команды во время пиковых нагрузок. Исследование работы малых команд (например, [59, 62]) внесло некоторые сомнения относительно полезности увеличения численности команды. Если целостная задача (т. е. задача, нормально пригодная для выполнения одним-единственным оператором) поручается нескольким операторам, то успех в работе незначителен. Если один оператор может справиться при умеренной входной

нагрузке, то добавление одного или двух помощников не приводит к дву- или трехкратному возрастанию способностей команды к восприятию нагрузки. Этот принцип ярче проявляется в условиях принятия решения, чем в рутинных задачах.

В описанном ранее эксперименте (пример 2), связанном с управлением движением воздушного транспорта и использованием имитированных на экране дисплея самолетов, исследовались две переменные величины: численность команды (один, два и три оператора) и нагрузка (прибытие самолетов с интервалами 90, 60 и 30 с). Поскольку входная нагрузка на одного оператора уменьшается пропорционально увеличению численности команды, можно было бы ожидать последовательного улучшения работы в командах с большим количеством операторов.

Результаты, приведенные в табл. 2.3 (сравнение деятельно-

Таблица 2.3

Влияние численности команды на работу системы¹⁾

Критерий	Численность команды		
	1 чел.	2 чел.	3 чел.
Средняя величина задержки, %	129,6	122,6	122,5
Средняя величина избыточного потребления топлива, %	146,8	134,4	126,8
Ошибки разделения на один самолет:			
находящийся в воздухе	0,110	0,092	0,077
на взлетно-посадочной полосе	0,064	0,052	0,051
Заходящие на посадку самолеты, оставшиеся незамеченными	0,38	0,033	0,043
Среднее отклонение	5,2	5,3	5,4

¹⁾ По Кидду, 1961, пример 2

сти команд разной численности при постоянной входной нагрузке на всю систему), лишь частично подтверждают эти предположения. Некоторое улучшение работы наблюдалось при увеличении численности команды и уменьшении нагрузки на отдельного оператора, однако его нельзя считать статистически достоверным.

При постоянной нагрузке на каждого оператора (что приводило к повышению общей нагрузки на систему, когда увеличивался размер блока управления) эффективность работы стабильно снижалась с увеличением численности команды. Заметной зависимости между численностью команды и входной нагрузкой не наблюдалось.

В ситуации, определяемой функционированием бортовой системы сбора донесений (пример 30) с переменным количеством поисковых операторов, никаких различий в работе, связанных с изменением размера группы, независимо от предлагаемой нагрузки замечено не было. Скорость сообщений (или промежуток времени между двумя последовательными донесениями о положении самолета) в системах с двумя и тремя операторами была одинаковой, и в обоих случаях она превышала скорость в системе с четырьмя операторами.

Очевидно, увеличение численности команды для преодоления возросшей нагрузки не является эффективным решением проблемы, если только дополнительные операторы не должны выполнять новые задачи, возникающие в результате возрастания рабочей нагрузки. И все же новые задачи вряд ли возникнут, если система была спроектирована правильно. Более того, основное усилие при современном проектировании¹⁾ направлено на сокращение численности персонала за счет объединения функций.

Организационная гибкость

Пример 40. Было проведено исследование для проверки влияния жестких и гибких операционных правил в имитационной модели системы управления воздушного движения с помощью терминальных устройств в меняющихся условиях, но при постоянной нагрузке. Двенадцать студентов колледжа были обучены технике управления, определены в две команды и работали в системе над 24 проблемами в течение ряда сеансов, в которых операционные правила систематически изменялись. В условиях жестких правил команды должны были управлять самолетами на протяжении всего пути, указанного в плане полета, причем никаких отклонений не допускалось. В условиях гибких правил задавались только начальные и конечные точки пути, а команды имели свободу выбора в организации движения, ограниченного техническими характеристиками. Гибкость в организации взлетных и посадочных процессов стала допустимой благодаря сокращению стандартных интервалов между самолетами.

На рис. 2.14 показано, что переход от жестких правил к гибким выявил тенденцию к улучшению работы системы, что было замечено в девяти из десяти показателей, характеризующих работу обеих команд. Многие из этих изменений оказались статистически значимыми. См. также примеры 31 и 32.

¹⁾ По крайней мере это относится к судовождению [38].

Распределение ответственности

Пример 41. В данном эксперименте испытывались три структуры распределения и соответственно рассматривались три различные задачи на бдительность, при этом каждая из них содержала четыре критические категории сигнала. Три исследуемые структуры включали в себя: 1) гомогенную — каждый из четырех операторов отвечал за все сигналы; 2) парную — за два сигнала отвечала одна пара операторов, за два других — другая пара; 3) индивидуальную — за каждый из четырех сигналов нес ответственность один из операторов.

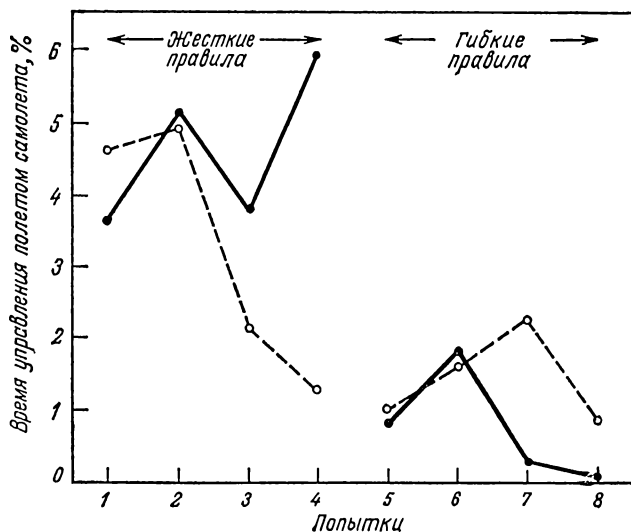


Рис. 2.14. Время управления полетом самолета как функция гибкости правил (печатается с разрешения из работы Александра и Купербанда, *Hum. Factors*, 1964, пример 40).

○—○ команда А; ○—○ команда Б.

В одной из трех задач критическими сигналами были определенные кодовые схемы в любом звуковом сообщении. Во второй задаче критическими сигналами служили появления бессмысленных слов, составленных в буквенной матрице. Критическими сигналами в третьей задаче были определенные типы информации, содержащей краткое описание ситуаций на улице.

Результаты этого эксперимента показали, что бдительность менялась в зависимости от организационной структуры команды, при этом парная структура обычно была лучшей. К сожалению, нет предварительных данных, которые позволяли бы оценить значение этих результатов. По-видимому, существовала

некоторая зависимость между эффективностью организационной структуры команд и характером задач (в гл. 5 также рассматривается эта проблема).

Распределение нагрузки

Пример 42. Это исследование было направлено на выяснение механизма адаптации, используемого в многооператорной системе для приспособления к неравномерно распределенным нагрузкам. Система включала команду из пяти операторов (офицера-командира, офицера-эксплуатационника и трех офицеров-рекогносцировщиков), задача которых состояла в управлении рекогносцировочными полетами посредством вычисления вектора скорости самолетов и оценки результирующей информации. Стимулы предъявлялись на экране дисплея, а за реакциями наблюдали с помощью телевидения по замкнутой цепи и слухового контроля.

Главная переменная представляла собой распределение нагрузки (девяти самолетов) между офицерами-рекогносцировщиками при двух условиях: равномерное (3-3-3) и неравномерное (1-3-5, 1-1-7, 1-4-4). На общий выход системы (количество обнаруженных установок противника) распределение нагрузки не оказывало значительного влияния. Результаты работы системы с течением времени систематически улучшались, хотя уровень распределения нагрузки регулярно менялся. Стоимость (выраженная общим числом полетов, общим потреблением топлива и общим временем использования самолетов) также заметно не менялась при изменении распределения нагрузки.

В отличие от работы системы работа подсистемы (оператора) изменялась весьма значительно с увеличением или уменьшением нагрузки. Анализ информации, относящейся к нагрузкам офицеров-рекогносцировщиков (ОР), показывает, что они работали не одинаково при разных нагрузках. Нагрузка не была чрезмерной, поскольку она не привела к аварии. Различия между командами были значительны.

Как постулирует гипотеза, влияние нагрузок на оператора и систему, очевидно, различно, а самонастраивание внутри системы выравнивает индивидуальные реакции операторов на нагрузку. Внутренние компенсации (т. е. изменения операционных процедур) осуществлялись легко и не изменяли сколько-нибудь заметно требований задачи.

К возможным компенсациям относятся: 1) *сглаживание нагрузки* — операторы, имеющие меньшую нагрузку, могут получать и оценивать информацию, передаваемую другими операторами, имеющими большие входные нагрузки; 2) *централизация*

управления — оператор с большим количеством входных сигналов может получать и оценивать отфильтрованную информацию, переданную другими операторами; 3) *взаимодействие* — операторы, имеющие меньшие нагрузки, могут обмениваться необработанной или отфильтрованной информацией для повышения эффективности общей работы.

Операторы, однако, не делали попыток уравнивать нагрузки между собой. Приспособление, возникающее на уровне подсистем, осуществлялось на индивидуальной основе; каждый оператор, попавший под влияние изменений нагрузки, прилагал те усилия, которые он считал необходимыми, для того чтобы справиться с нагрузкой.

Коммуникационные факторы

Имеющиеся доказательства дают основание предположить, что результаты деятельности команды связаны обратно пропорциональной зависимостью с теми возможностями операторов, благодаря которым они должны или могут координировать свои действия или общаться друг с другом [14, 52, 117].

Коммуникации как условие индустрирования нагрузки. Когда коммуникации выступают в качестве условия нагрузки, можно ожидать, что эта переменная величина оказывает влияние на работу системы, как и любая другая нагрузка. Например, в имитированной ситуации воздушного движения с большим объемом вербальных коммуникаций (пример 4) нагрузка определялась как процентное отношение прерванных коммуникаций. Работа ухудшалась почти прямо пропорционально прерывистости каналов информации.

Влияние нагрузки на коммуникации. В исследовании, описанном в примере 1, два оператора выполняли функции радиолокационного наблюдения в имитированной задаче управления заходом самолетов на посадку. Была выдвинута гипотеза: чем больше нагрузка, тем меньше возможностей для коммуникаций у команды, а следовательно, чем выше нагрузка, тем более отрицательное влияние оказывает на работу общение между членами команды.

В противоположность ожидаемому на коммуникации команды не влияли никакие уровни нагрузок. На это, однако, влиял тип организации команды — компенсаторный и некомпенсаторный. Корреляция между частотой общения и работой команды была значительной только в условиях некомпенсаторной высокой нагрузки, и в этом случае общение команды не увеличивало выход системы, а подавляло его. Высказывается гипотеза о том, что общение весьма вредно для типов организации,

требующих минимума коммуникаций (некомпенсаторный тип). Очевидно, при минимальной потребности в общении и отсутствии времени коммуникации мешают работе команды. Когда имеется достаточно причин и времени для общения, коммуникации не ухудшают, но и не улучшают работу команды.

Пример 43. В этом исследовании коммуникации соотносились с информационной нагрузкой, выраженной в виде заранее запрограммированных входных сообщений команде (2, 6, 10, 14, 18 и 22 сообщения за каждые 30 мин).

Команды из четырех человек участвовали в сложной игре, в которой испытуемые должны были принимать геополитические решения в имитированном конфликте, подобном войне во Вьетнаме. Команды были поделены на два подразделения из двух человек каждое: одно — принимающее решения и другое — собирающее информацию; два члена команды, принимавшие решения, действовали на основе информации, полученной от членов команды, собирающих информацию; общение было возможно только по телефону. Команды, ответственные за сбор информации, могли делать сколько угодно телефонных вызовов для передачи дополнительной информации команде, принимающей решение.

Цель исследования состояла в определении влияния субоптимальных, оптимальных и супероптимальных информационных нагрузок на передачу информационных характеристик. Оптимальная нагрузка была определена на основе предыдущих исследований и равнялась 10 сообщениям за 30 мин.

В табл. 2.4 показано, что при низкой информационной нагрузке количество вызовов превышает количество сообщений,

Таблица 2.4

Среднее количество вызовов как функция входного уровня сообщений¹⁾

Уровень сообщений					
2	6	10	14	18	22
5,24	6,71	9,24	10,18	11,12	12,88

¹⁾ Пример 43.

полученных командой сбора информации, но не достигает оптимального уровня. Количество вызовов несколько превышает оптимальное количество при высоком уровне нагрузки, но остается значительно ниже количества полученных сообщений. Все вызовы испытуемых команд были релевантными. Однако.

часть информации, переданная командой сбора информации команде принятия решений, не имела отношения к делу при низком уровне информационной нагрузки (64% при уровне нагрузки 2 и 17% при уровне нагрузки 6).

Результаты этого исследования представляют интерес в отношении адаптивной концепции функционирования системы. Даже если не дано никаких инструкций относительно регулирования количества вызовов, запрашивающих информацию, команды сбора информации увеличивают количество вызовов сверх требуемых тогда, когда информация скудна и недостаточна, и уменьшают (относительно нагрузки), когда информация избыточна. Очевидно, операторы общаются, когда им нужна информация, что вряд ли является поразительным выводом.

Другой эксперимент, описанный в примере 41, был направлен на исследование объема необходимых коммуникаций и решения проблем как функции сложности взаимосвязей между информационным действием и реакцией. Было задано девять типов проблем группам из четырех человек, при этом решение каждой проблемы требовало использования нескольких элементов информации, распределяемых между членами группы.

Девять проблем подразделялись по объему информации, которой члены группы должны были обмениваться для принятия правильного решения. В одном крайнем случае каждый член группы имел всю необходимую информацию для принятия решений, в другом — должен был получить всю релевантную информацию от своих коллег.

Было найдено, что время решения проблемы изменялось в зависимости от общего объема передаваемой информации; анализ коммуникаций в промежуточных ситуациях показал весьма тесную связь между необходимой передачей информации и количеством переданных сообщений.

ВХОДНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Выводы. Характеристики входных сигналов, представляющие собой переменные нагрузки, четко определяют ее влияние. Главными входными характеристиками, рассматривавшимися в литературе, являются следующие:

1. Количество каналов, по которым предъявляются входные сигналы.

2. Входная скорость (т. е. скорость, с которой входные сигналы поступают в систему и предъявляются оператору).

3. Взаимосвязь между стимулом и реакцией, в особенности сложность подобных взаимосвязей.

4. Объем и тип информации, предъявляемой в виде входных сигналов.

5. Физический прибор (дисплей) как средство предъявления входных сигналов.

Примеры исследований

Количество каналов

Одним из условий создания нагрузки в системе является количество разделенных каналов, по которым входные сигналы предъявляются оператору (см. определение нагрузки в [23]).

Этот вопрос важен для проектирования систем, поскольку в большинстве ситуаций многофункциональных задач используются несколько каналов. Например, обязанности операторов, управляющих движением самолетов, и военных командиров часто требуют от них непрерывного слежения за траекторией самолета и запроса постоянно меняющейся информации, предъявляемой по нескольким каналам. Возникает практический вопрос: каково максимальное и минимальное количество каналов, являющихся функцией предъявляемой информации? Он важен не только тем, что наличие слишком большого или слишком малого количества каналов может ухудшить работу оператора, но и тем, что связан с желанием разработчика системы свести к минимуму дополнительное сложное оборудование. Однако не следует ожидать, что для предъявления входной информации можно определить раз и навсегда заданное количество каналов. Оно будет зависеть от многих других переменных, например от типа, количества и частоты смены входных сигналов и требований, предъявляемых к реакциям оператора.

В классических исследованиях Интема [120, 121] испытуемому прочитывался набор сообщений, информировавших его о состоянии ряда информационных каналов. Через некоторые интервалы его либо запрашивали о текущем состоянии одного из каналов, либо ему передавалось сообщение о необходимости изменить данное состояние канала.

Результаты, полученные Интема, свидетельствуют о том, что способность оператора обнаруживать произвольную ситуацию (в соответствии с которой любой информационный канал с равной вероятностью может находиться в любом заданном состоянии) достаточно мала и составляет величину, равную двум трем каналам. Причиной этого является, конечно, то, что существует некоторый предел возможностей оператора распределять свое внимание. (По вопросу систематических психологических исследований внимания см. [54].) В примере 37 испытуемые делали значительно больше ошибок при 10 каналах, чем при 6.

В примере 41 используется задача кодового обнаружения, состоящая в следующем. Один из трех возможных критических сигналов, представленных в виде пунктирной линии из четырех элементов, был включен в один из трех несущих сигналов, каждый из которых состоял из шести элементов. Три несущих сигнала предъявлялись одновременно, а испытуемый нес ответственность за обнаружение одного, двух или трех критических сигналов в одном, двух или трех несущих каналах. Как и ожидалось, результаты показали, что вероятность обнаружения конкретного критического сигнала уменьшалась при увеличении либо количества сигналов, либо количества каналов, за которые испытуемый нес ответственность.

Голд и Шэффер [41, 42] изучали влияние распределения внимания (вызываемого второй задачей) при визуальном контроле за многоканальным дисплеем. Дополнительные переменные величины были представлены количеством контролируемых каналов (4, 8, 12, 16), скоростью изменения показаний дисплея (6 или 12 раз в минуту), количеством одновременно наблюдаемых сигналов (8 или 24) и количеством уровней в каждом канале (2 или 8). Хотя распределение внимания и не приводило к значительному ухудшению работы, все другие переменные оказывали заметное влияние, причем скорость изменения показаний дисплея имела наибольшее воздействие на работу.

Пример 44. Тот же результат проявляется и при использовании более сложных стимулов. В этом эксперименте испытуемые наблюдали за 16 и 24 телеэкранами в течение часа. На экранах показывали неподвижные кадры, которые время от времени сменялись движущимися в течение 2—40 с фигурами. Наблюдатель должен был реагировать нажатием клавиши сигнала тревоги, при этом измеряемым параметром работы было время нажатия на клавишу. Время увеличивалось с 2,29 (16 экранов) до 3,1 с (24 экрана). Процентное отношение замеченных событий также увеличивалось с 3,3 до 12,5. Как уже ранее говорилось, повышенные требования к ответным реакциям, очевидно, увеличивали нагрузку. Когда наблюдатели должны были отвечать на вопросы каждые 30 с, ошибки увеличивались с 3,3%, характерных для стандартных условий, до 15%. Аналогично этому, когда от наблюдателя требовали отчеты обо *всех* наблюдаемых движениях, а не просто сообщения о наличии события, число пропущенных событий возрастало с 3,3 до 8% (влияние сложности реакции). Эти результаты были повторены и распространены на другие исследования [110].

Входная скорость

То что высокие входные скорости увеличивают нагрузку оператора и снижают эффективность работы, твердо доказано по крайней мере для психомоторных задач.

Многие исследователи нашли, что работа ухудшается в результате стресса, вызываемого повышением скорости [5, 23, 31, 42, 112, а также примеры 24, 27 и 50]. Монти [83], суммируя результаты серии исследований по слежению за последовательными событиями, указывает, что «при малых скоростях предъявления информации (т. е. одно событие в 1 с или менее) отдельные события, относящиеся к двум категориям, могут быть различимы наблюдателями во времени и могут пересчитываться с достаточной точностью. Таким образом, если точность является единственным критерием работы, количество предъявляемых категорий должно быть чрезвычайно мало». По мере увеличения количества категорий или длительности испытаний количество ошибок на каждое испытание быстро возрастает. Для испытания заданной длительности лучше предъявить меньше категорий со многими возможными случаями для каждой категории, чем большее количество категорий с меньшим числом случаев. В общем чем ниже скорость предъявления информации, тем лучше работа.

Однако это влияние лишь частично определяется задачей. Например, Джонстон и др. [52] нашли, что контроль за табло с буквенно-цифровыми стимулами осуществлялся хуже всего при низкой входной частоте и высокой плотности стимулов. Макворт [69] нашел, что скорость сигнала не оказывала влияния на классическую задачу бдительности.

Примеры, приводимые ниже, иллюстрируют это. Представляет большой интерес проверить, изменяется ли качественно поведение оператора при высоких входных скоростях так же, как и количественно. Относительно этого имеется гораздо меньше информации.

Пример 45. В данном исследовании использовалась задача различения символов по аналогии с задачей пилота, управляющего самолетом и следящего за приборной доской. Переменные нагрузки были представлены входной скоростью предъявления информации (32, 53 и 77 слайдов в минуту) и сложностью стимула (на каждом слайде матрица из 4, 9 и 12 ячеек). 58 студентов подвергались испытаниям в течение 3 сеансов продолжительностью 90 мин каждый.

Как и предполагалось, входная скорость оказывала очень большое влияние на работу. Скорость передачи информации неуклонно падала с увеличением входной скорости. Однако общие изменения, вызванные этим фактором, составляли

в первый день испытаний 78%, а к третьему дню снизились до 69% (что может свидетельствовать о некоторой адаптации оператора к входным условиям). Сложность стимула вызывала только 2% изменений в первый день, но они увеличились до 12% на третий день.

Оператор реагировал на перегрузку тем, что сокращал до минимума время анализа стимула. С приобретением практического опыта этот период сокращался в разумных пределах. Когда действительно возникала перегрузка, она не приводила к срыву в работе, в особенности после длительной практики.

Очевидно, увеличение входных скоростей снижает точность работы и скорость обработки информации. Минимально необходимое время для точной обработки стимула также возрастало с ростом его сложности. Следовательно, существует взаимодействие между входной скоростью и сложностью стимула; чем сложнее стимулы, тем ниже порог входной скорости, вызывающий стресс у оператора.

Влияние стресса, вызываемого скоростью предъявления информации, в задачах, подобных рассмотренной в примере 45, аналогично влиянию, обнаруженному в простых задачах обучения различению знаков. Как только способность оператора воспринимать информацию, передаваемую по каналам, достигает предела, работа начинает устойчиво ухудшаться. Возможно, что испытуемые при перегрузке стремятся на некоторое время удерживать данные в памяти, увеличивая тем самым среднее время ответной реакции и снижая ее скорость.

Может происходить и адаптация. Этому помогает практический опыт: время соответствующей реакции по мере накопления практического опыта снижается, и оператор может работать даже лучше, если он обучен использованию более эффективной стратегии фильтрации данных.

Пример 46. В выполненном исследовании иллюстрируется значение характеристик задачи для реакций на изменение входной скорости. Испытуемые должны были обнаружить отклонение стрелки прибора от нулевого положения; это задача, характерная для классических исследований бдительности, в которых величины стимулов близки к своим пороговым значениям или несколько превышают их и не имеют сложной структуры.

Когда сигналы предъявлялись на двух скоростях (60 и 12), скорость предъявления не имела значения для первой половины сеансов. По мере увеличения времени наблюдения работа ухудшалась (что обычно и находят в типовых исследованиях бдительности), а фактор входной скорости становился значительным.

Главной целью исследования было определение того, может ли сложность ответной реакции помочь в работе, как это предположили Адамс и Бультер [1], обнаружившие, что сложность реакции замедляла обычное ухудшение бдительности. В примере 46 экспериментатор увеличивал сложность реакции в условиях простого обнаружения (контроля), требуя от испытуемых после обнаружения события включения электропанели без индикаторной лампочки (условие А), с индикаторной лампочкой (условие Б) и без электросхем и переключателей (условие В). Испытуемые, работавшие в условиях А, делали значительно меньше ошибок (18, 44%), чем контрольная группа испытуемых (24, 22%). Сравнения контрольных условий с условиями Б и В дали незначительные расхождения в результатах.

Однако следует заметить, что ситуация в отношении влияния сложности реакции в задачах, связанных с исследованиями бдительности, неясна. Монтаг и др. [81] использовали два условия ответных реакций (простые и сложные) в сложной задаче контроля, продолжавшейся 18 ч. Существенных отличий в работе, вызванных повышенной сложностью реакции, не наблюдалось. С другой стороны, Чайлдс и Халькомб [16] нашли, что повышенная сложность реакции приводила к улучшению работы при выполнении функций контроля. Они приписывали это влияние обострению напряженного состояния испытуемого. Ясно, что окончательное слово о сложности реакции еще не сказано, но, очевидно, в определенных условиях (например, при очень монотонной задаче) сложность реакции может стимулировать оператора.

Пример 47. В задаче контроля в качестве критических стимулов использовались изменения показаний вольтметра на имитированной приборной панели, которые соответствовали трем входным скоростям — 6, 10 и 15 с. Это условие нагрузки было важным: с увеличением входной скорости количество ошибок значительно возрастало (рис. 2.15).

Пример 48. Здесь использовалась та же экспериментальная ситуация, что и в примере 47, только нагрузка в виде показаний вольтметров менялась каждые 10, 15 и 20 с. Как и можно было ожидать, влияние входной скорости как переменной индуцирования нагрузки было весьма существенным.

Пример 49. Стимулы предъявлялись на панели управления, состоящей из девяти вольтметров. При включении каждого прибора его стрелка отклонялась до конца шкалы и оставалась в этом положении в течение 2 с, но, как только обрабатывалась правильная реакция, возвращалась в нулевое положение.

Условия «стимул — реакция» систематически усложнялись за счет увеличения количества условий, подлежащих запоминанию и последующему использованию испытуемыми в своих

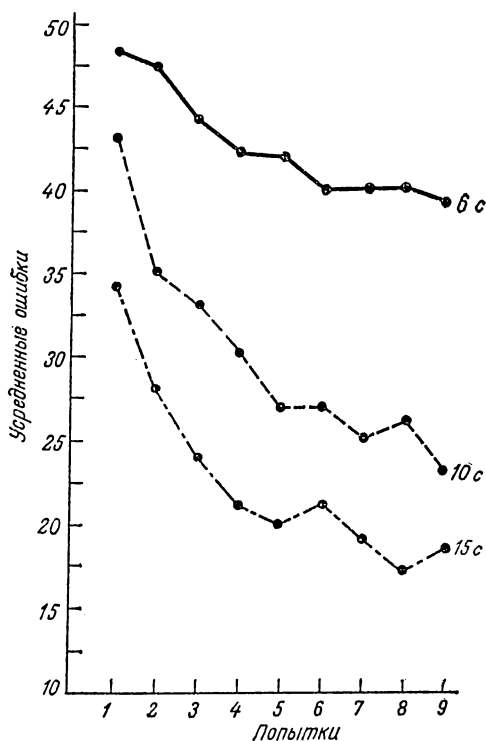


Рис. 2.15. Количество ошибок как функция скорости ввода данных (печатаются с разрешения из работы Ланцетта и Роби, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 1957, пример 47).

реакциях. В условии I правильную реакцию определяли состояния двух индикаторных лампочек, а в условии II — индикаторные лампочки и цвет прямоугольника, нарисованного на приборе. В условии III к лампочкам и прямоугольнику в качестве критического момента добавлялось наличие или отсутствие красной рамки вокруг прибора.

Между условиями предъявления стимулов были найдены значительные различия (рис. 2.16). По мере увеличения входной скорости испытуемые увеличивали свою работу до какой-то точки (максимум реакций), после чего нагрузка становилась чрезмерной и работа ухудшалась (кривая в виде перевернутого U). Важным моментом является тот факт, что амплитуда начальных максимальных значений, так же как и время их возникновения, представляла собой обратно пропорциональную зависимость от количества параметров релевантных стимулов.

Объем уменьшения работы, следующий за максимумом, также мог быть выражен обратно пропорциональной зависимостью от количества параметров релевантных стимулов (эта трудность задачи непосредственно связана с разным числом параметров релевантных стимулов и вариантами реакций, см. [90]). Увеличение сложности входных стимулов способствовало выравниванию кривых, изображенных на рис. 2.16, может быть, к еще более быстрому снижению.

Как и предполагали, различия между отдельными испытуемыми были весьма заметны. Все испытуемые уделяли одним приборам большее внимание, другим меньшее. Однако в зада-

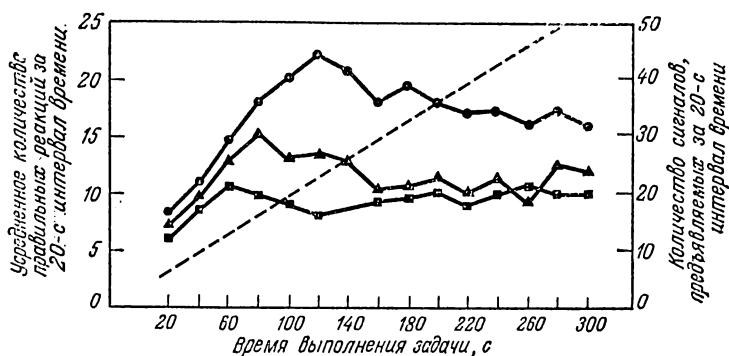


Рис. 2.16. Точность работы как функция изменения условий на входе системы (печтается с разрешения из работы Хантли, *Hum. Factors*, 1972, пример 49).

Условные обозначения: I ●—●; II ▲—▲; III ■—■; скорость сигнала — — —.

че, связанной с параметрами менее сложных стимулов, систематических различий между испытуемыми не наблюдалось. При более сложных стимулах испытуемые применяли свои четко выраженные стратегии.

Приверженцы «рациональной фильтрации» устанавливали первоочередность приборов, руководствуясь тем минимальным объемом внимания, который обуславливался заданными кодами. Приверженцы «случайной фильтрации» устанавливали первоочередность приборов по случайному принципу или по месту расположения приборов относительно друг друга. Различия в работе, вытекающие из этих двух стратегий (рис. 2.17), обнаруживают интересное влияние изменения стратегии по мере увеличения времени выполнения задачи при «случайной фильтрации».

Результаты примера 49 аналогичны результатам, имеющимся в литературе. Конрад [23, 24], Макворт и Макворт [70],

Миллер [80] и Клеммер и Мюллер [65] обнаружили, что пропуски и ошибки возрастали с увеличением входной скорости. Значительные положительные зависимости между скоростями реакций и ошибками были найдены также Фитсом [35], Пачелла и Пью [89], показавшими, что обработка информации продемонстрировала такие отношения между скоростью и точностью, при которых увеличение скорости реакции происходило за счет увеличения частоты ошибок.

Очевидно, операторы по-разному работают в условиях высокой и низкой скоростей ввода информации. При высоких

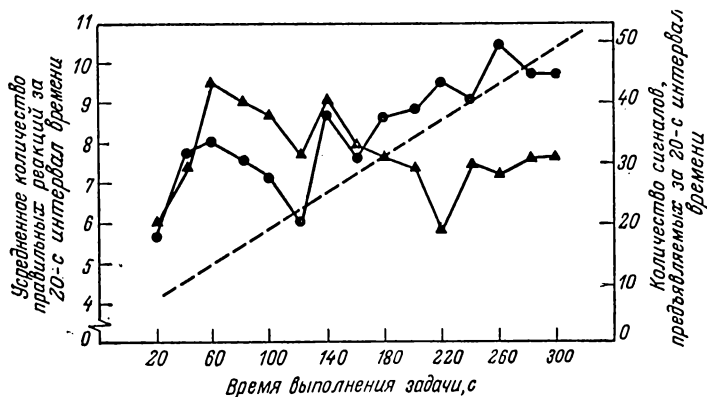


Рис. 2.17. Точность как функция различных стратегий оператора (печатается с разрешения из работы Хантли, *Hum. Factors*, пример 49).

▲—▲ случайная фильтрация сигналов; ●—● рациональная фильтрация сигналов; ——— скорость предъявления сигнала.

входных скоростях операторы стремятся уделять больше внимания информационным источникам большой значимости за счет меньшего внимания источникам малой значимости. Аналогично этому Миллер [80] показал, что при высоких входных скоростях операторы могут реагировать выборочно на группы аналогичных стимулов (разработка стратегии), в то время как при низких входных скоростях информация скорее всего обрабатывается в порядке очередности ее поступления.

Пример 50. В исследовании, предназначенном для определения целой совокупности параметров (скоростей манипулирования с информацией при последовательно предъявляемых стимулах; соотношений между скоростями и размером поверхности экрана дисплея; влияний изменений времени предъявления сигнала), испытуемому предъявлялась матрица размером 5×5 , состоящая из 25 ламп. Загоравшиеся лампочки имели один из четырех цветов. В одном испытании загорались 1, 9 или 25 лампочек, и испытуемые называли предъявленные им

цвета. Были использованы две разные выдержки: 250 и 330 мс. Скорость предъявления систематически увеличивалась или уменьшалась в процессе последовательных испытаний до тех пор, пока количество ошибочных реакций не достигало 50%.

По мере увеличения скорости предъявления стимулов наблюдалось монотонное снижение правильности реакций. Однако существеннее то, что повышение скорости предъявления приводит к большим различиям между условиями эксперимента. Взаимодействие между входной скоростью и размером матрицы было очень значительным. Время предъявления не имело значения, что довольно странно, хотя, возможно, разница во времени была недостаточной, чтобы могло проявиться какое-либо влияние.

Пример 51. Ряд экспериментаторов указывают (см., например, [48, 56]), что вероятность обнаружения в классической задаче бдительности непосредственно связана со скоростью критического сигнала. Однако задача бдительности включает также и другие переменные, как, например, скорости не критических сигналов и всех стимулов, которые могут иметь равное или даже большее значение для определения эффективности работы по наблюдению. Колькхаун [19] заметил, что во многих исследованиях, сообщающих о непосредственной взаимосвязи между работой и частотой предъявления критических сигналов, использовались задачи, в которых увеличение количества критических сигналов сопровождалось понижением скоростей нормальных или не критических сигналов. Таким образом, исследователь делал вывод о том, что эффективность обнаружения определяется вероятностью появления критического сигнала (т. е. количеством критических сигналов, деленным на общее число предъявленных стимулов). Дальнейшие исследования [50, 51, 53] были направлены на проверку и подтверждение данного вывода. Однако другая работа [49] подвергает сомнению высказанную выше идею, и пример 51 предназначался для выяснения этого вопроса.

Для сравнения относительного влияния скорости критического сигнала, скорости нормального сигнала и вероятности критического сигнала была использована задача на бдительность Макворта (часы, предъявляющие нормальный сигнал в виде движения стрелки в пределах 9° , и критический сигнал, который должен был быть обнаружен в пределах 20°). Никакие устойчивые различия не могли быть обусловлены скоростью или вероятностью критического сигнала, хотя работа заметнее ухудшалась при большей скорости предъявления стимулов, чем при меньшей скорости. Увеличение общего числа стимулов не снижало бдительности, но ухудшало качество работы в течение всех периодов времени.

Можно предложить два объяснения. Первое: скорость нормального сигнала может определить работу при малой вероятности критических сигналов, в то время как при высокой вероятности сама вероятность может определять работу. И второе: когда работа по обнаружению достигает своей асимптоты, на нее уже не влияют дальнейшие изменения скорости или вероятности.

Пример 52. В одной из наиболее интересных попыток имитировать гражданскую систему (отправление такси по назначению) исследовались влияния нагрузки и доступность информации на группу из двух человек. Главной задачей испытуемого в роли 1 было назначение машин для поездок за пассажирами. Это требовало выбора машин таким образом, чтобы свести к минимуму и время, и километраж на каждую машину. Например, можно было взять трех пассажиров при наличии 5 машин, что требовало перебора 60 возможных комбинаций. Главной задачей испытуемого в роли 2 был контроль за местом нахождения машин с выдачей указаний относительно пути следования и ведение необходимых записей.

В условиях малой нагрузки пассажиры садились в автомобили с интервалом в 2 мин, в условиях высокой — с интервалом в 1 мин. Другой переменной величиной являлся доступ к информации. В условиях полного доступа информации разрешалось общение между членами группы, и каждый из них мог пользоваться дисплеем другого оператора; в условиях ограниченного доступа это не разрешалось. Работа оценивалась заработком, исчислявшимся по специфическим расценкам (скорость на милю), в которых учитывались и штрафы за задержки.

Фактор нагрузки не был существенным для заработка, хотя в группах, работавших с большей нагрузкой, заработок оказался немного выше (рис. 2.18). Влияние высокой нагрузки могло быть причиной, заставившей группы больше работать; эта гипотеза согласуется с результатами, полученными в [67]. Влияние доступа к информации имело гораздо большее значение, так же как и взаимосвязь между доступом к информации и нагрузкой. Влияние свободного доступа к информации способствовало повышению эффективности работы группы в условиях высокой нагрузки (где потребность в информации была выше), чем в условиях низкой нагрузки. Исходя из общих критериев, работа была наилучшей при высоких нагрузках и полном доступе к информации. Повышенная входная нагрузка не приводила к ухудшению работы, вероятно, потому, что у операторов не возникало чрезмерного стресса от перегрузки. Свободный доступ к информации приводил к уменьшению времени ожидания пассажиров в обоих условиях нагрузки; возможно,

это происходило потому, что члены группы могли распределить нагрузку между собой, тем самым уменьшая ее влияние (балансировка нагрузки). Ни одно из условий эксперимента не приводило к значительной разнице в ошибках, допущенных при ведении записей в книгах учета.

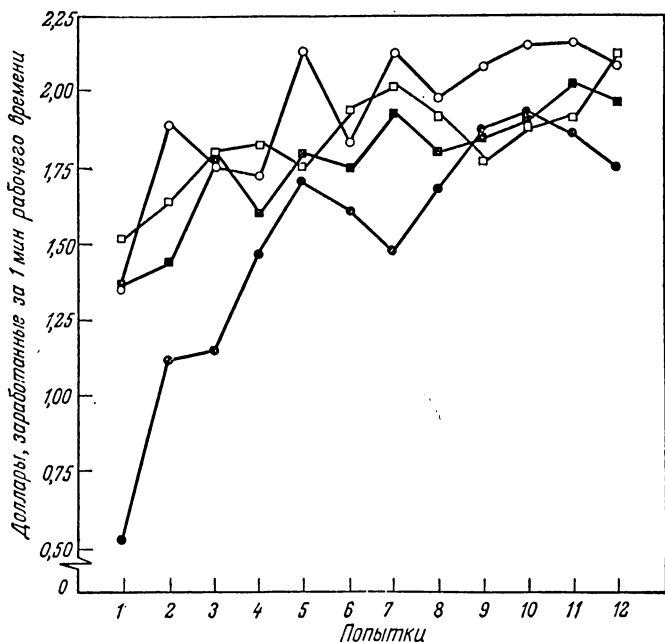


Рис. 2.18. Заработок как функция нагрузки и доступа к информации (печатается с разрешения из работы Мура, 1961, пример 52).

- высокая нагрузка, ограниченный доступ к информации;
- высокая нагрузка, свободный доступ к информации;
- низкая нагрузка, ограниченный доступ к информации;
- низкая нагрузка, свободный доступ к информации.

Сложность стимулов и реакций

Усложнение стимула или реакции или обеих этих переменных одновременно может проявиться как условие нагрузки (см. также примеры 46 и 49).

Пример 53. В данном исследовании два оператора должны были нажимать на клавишу телеграфного аппарата как можно быстрее, реагируя на различные комбинации индикаторных лампочек (критические сигналы). Иногда стимулы были избыточными (каждый испытуемый был ответственным за половину предъявляемых стимулов). Сложность стимула определялась как разница между четырьмя и восемью критическими

комбинациями. В этом определении делается акцент на количестве стимулов как на элементе сложности, но очевидно, что это только один (и наиболее простой) из возможных параметров сложности.

Не удивительно, что число явных ошибок увеличивалось при переходе испытуемого с восприятия четырех стимулов на восемь. Время реакции (ВР) было короче для менее сложных стимулов, как это находил и Браун [15]. ВР в условиях избыточных стимулов было более высоким, чем неизбыточных, что можно объяснить необходимостью интеграции действий испытуемых. Работа с избыточными стимулами приводила к меньшим пропускам в обнаружении критического стимула, чем с неизбыточными (следствие компенсаторных действий группы). При неизбыточных стимулах было меньше ложных тревог.

В примере 9 операторы должны были либо только обнаружить, либо обнаружить и оценить (классифицировать) стимул. Как и можно было ожидать, латентный период реакции увеличивался в условиях более сложных реакций. Однако усложнение реакции не вызывало типичного ухудшения работы, обнаруживаемого с течением времени при выполнении контролируемых функций.

Пример 54. В данном исследовании была сделана попытка определить, изменяется ли работа, находящаяся под влиянием стресса скорости, как функция выступающих в качестве нагрузки различий типов и сложности деятельности, связанной с обработкой информации. Исследуемая ситуация включала главную задачу, осуществлявшую функции контроля и принятия решений, и второстепенные задачи дискретного характера. Основная деятельность состояла в идентификации изменений в четырех геометрических формах (прямоугольнике, трапеции, треугольнике, параллелограмме), предъявляемых в четырех квадрантах на экране дисплея. В каждом предъявлении форма появлялась в одном из семи вариантов, отличающихся соотношением основания и высоты. При этом испытуемый искал на экране события пяти разных классов. Задача, названная СРЕДНЕЕ, требовала от испытуемого оценки средней величины прямоугольников, появлявшихся в верхнем правом квадранте, и слежения за размерами форм на последующих кадрах для различения пяти возможных вариантов. Задача ФОРМА требовала от испытуемого определения величины трапеции, появлявшейся в нижнем правом углу каждого кадра. Задача ПАРА требовала обнаружения пар и троек форм (с одинаковыми размерами основания и высоты), предъявленных на одном кадре. В задаче РЯД испытуемый должен был запомнить положение пар и троек и проверить появление другой пары или тройки в том же квадранте на следующем кадре. В задаче ЛИНИЯ

предъявлялась релевантная информация только в одном-единственном квадранте. Эта задача была значительно проще других.

Время предъявления кадров постепенно сокращалось с 10 до 7 и 4, 5 с, что приводило к большому увеличению ошибок, в особенности при кратких предъявлениях. Однако изменение

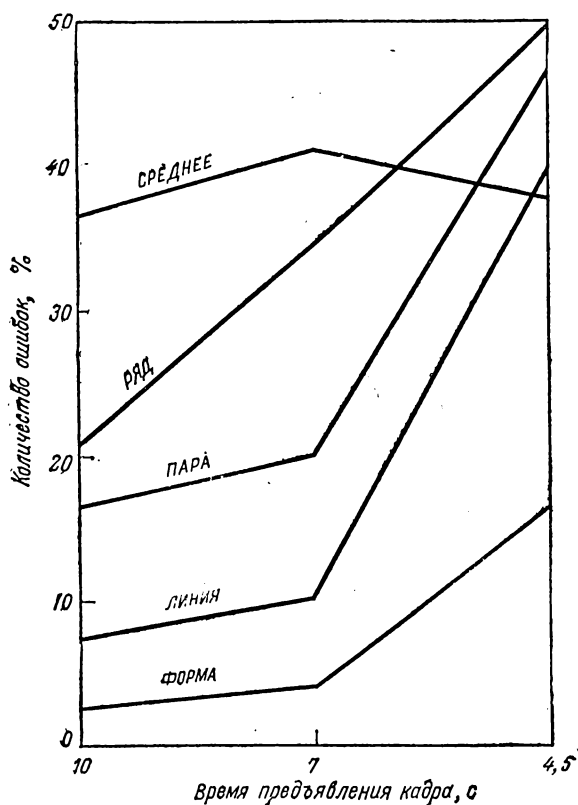


Рис. 2.19. Ошибка как функция различных типов задач и уменьшения времени выдержки кадров (печатается с разрешения из работы Вайса и Макэлроя, 1964, пример 54).

процентного отношения ошибок было разным для каждого типа задачи и времени предъявления (рис. 2.19). Общее количество ошибок (18,4%) в основном обуславливалось задачей СРЕДНЕЕ, на долю которой падало 73,5% общего количества ошибок. Другими словами, существенной характеристикой работы оказалась сложность задачи.

Имея дело с различными задачами, испытуемые пользовались стратегией приоритетности, основанной на относительной частоте реакций, обеспечивающей выполнение задач, расположенных на экране предъявляемых форм и относительном вкладе отдельных задач в общее количество ошибок.

Нет никаких доказательств того, что попытки ускорить работу в условиях стресса приводили к потере точности при выполнении задач наивысшего приоритета, не требующих наблюдения за экраном. Основное влияние стресса проявлялось в выполнении задач, включающих пространственную и временную неопределенность и требующих наблюдения за экраном для идентификации важных событий. С большей уверенностью можно ожидать, что стресс окажет влияние на деятельность в сложных задачах, характеризующихся незначительным ухудшением работы при наличии достаточного времени. В многовариантных сложных задачах деятельность, требующая поиска и запоминания маловероятных событий, «нарушается» скорее всего в условиях стресса.

Объем и тип информации

Информация определенного объема и типа, необходимая для обеспечения решения задачи в системе, представляет собой условие входной нагрузки. Таким образом, система будет подвергнута воздействию 1) избытка информации, 2) недостатка информации, 3) неточной, искаженной или нерелевантной информации, которая не соответствует требованиям системы.

Предлагаемый аспект изучения системы легко понимается концептуально, пока мы не рассмотрим переменную величину, информацию, более подробно. Для того чтобы глубже понять смысл информационной нагрузки, необходимо охарактеризовать требования системы с точки зрения ее обеспечения информацией. Однако сделать это довольно трудно, поскольку информация как переменная величина имеет отношение только к оператору, а не к системе, в связи с чем требования системы почти никогда не описываются в информационных терминах.

Определение информации выдвигает другую проблему. Легче охарактеризовать ряд сообщений, чем указать информацию, которую содержат эти сообщения.

Исследования, описанные в этом разделе, не трактуют информацию так, как это делает Шеннон [98], хотя концептуально и здесь она определена как мера уменьшения неопределенности. В данный момент информацию в битах можно измерить только для действий дискретного характера, как, например, идентификации частоты тонов, интенсивности света или подсчета матричных точек. Для таких случаев можно оценить про-

пускную способность оператора. Полученные оценки способностей операторов находятся в диапазоне от 3 бит на стимул или параметр [78] до 10,4 бит [64].

К сожалению, в СЧМ мы имеем дело с гораздо более сложным поведением операторов, которое не так просто перевести в биты (хотя попытку количественного измерения полезности информации сделали Маккендри и др. [74]). Измерение операций, обеспечивающих манипулирование с информацией в сложных системах, связано также и с тем, что решаемые задачи включают элемент «смысла», а при наличии смысла должен существовать и элемент «точности», поскольку критерий того, что имеет смысл для оператора, вполне идиосинкраличен.

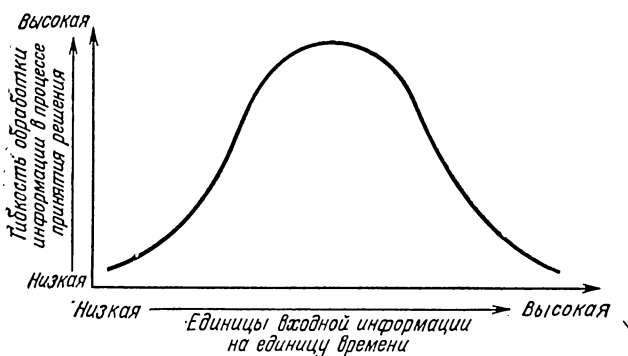


Рис. 2.20. Гибкость обработки информации как функция объема входной информации, поступающей в единицу времени.

Однако, несмотря на затруднительность количественного определения информации в единицах, подобных битам, необходимо рассмотреть создаваемую ею нагрузку, поскольку многие сложные СЧМ (например, системы управления движением воздушного транспорта) представляют собой специфические системы обработки информации.

Исследования, подобные описанному в примере 43, предполагают, что диапазон используемой информации и гибкость способов ее организации в процессе принятия решения наибольшие при некотором оптимальном уровне нагрузки среды и ее разнообразии. По мере увеличения или уменьшения нагрузки среды и ее разнообразия по сравнению с гипотетическим оптимальным уровнем процессы принятия решений начинают характеризоваться снижением как объема (диапазона параметров) рассматриваемой информации, так и диапазона и числа альтернативных вариантов. Гипотетическая зависимость, представленная на рис. 2.20, очень близка к зависимости между нагрузкой и работой, показанной на рис. 2.1.

Пример 55. В этом исследовании было несколько целей: подтвердить, что операторы знают о взаимодействии между факторами среды и качеством работы по принятию решений, проверить, приспосабливаются ли они для оптимизации своего поведения, и изучить влияние индивидуальных различий в концептуальной ориентации на работу (т. е. различия между конкретно или абстрактно мыслящими испытуемыми). Команды из четырех испытуемых участвовали в одной и той же тактической игре, рассмотренной в примере 43, в течение семи получасовых периодов, во время которых входная информация изменялась в каждом периоде с 2 до 5, 8, 10, 12, 15 и 25 входных единиц. Каждая входная единица относилась к одному событию в экспериментальной среде и представляла собой или отклик предыдущих решений испытуемого, или информацию, относящуюся к действиям противника. С целью поддержания на постоянном уровне отношения количества успешных решений к неудачным каждая команда произвольно вела игру по заранее заданной программе.

Ряд предшествующих исследований показал, что оптимальная информационная нагрузка для генерирования процессов принятия решений на самом высоком уровне имеет место в периоды подачи 8, 10 и 12 входных единиц. В этом исследовании в конце каждого периода игры испытуемого просили указать, нужен ли ему больший или меньший объем информации для работы в течение следующего периода. Изменение объема запрашиваемой информации могло бы осуществляться различными способами, например случайно распределяться вдоль уровня нагрузки или, как это предполагается в примере 43, обеспечивать меньший объем информации после очень высоких входных нагрузок и больший — после периодов с очень низкой нагрузкой. Если реализован последний способ, то можно сказать, что персонал тяготеет к оптимальному уровню среды.

Как показано на рис. 2.21, значительно больший объем информации запрашивался в крайний субоптимальный период (2 входных сигнала), чем в крайний супероптимальный период (25 входных сигналов). Однако отдельные испытуемые, охарактеризованные как конкретно или абстрактно мыслящие, заметно не отличались по своим информационным запросам. Конкретно мыслящие испытуемые запрашивали относительно больше информации, чем абстрактные, за исключением периодов с 8 и 10 входными сигналами. Попытки дифференцировать познавательные и личностные особенности в обработке информации не привели к успеху.

Пример 56. В более позднем исследовании использовали ту же тактическую игру и информационную нагрузку, что и в при-

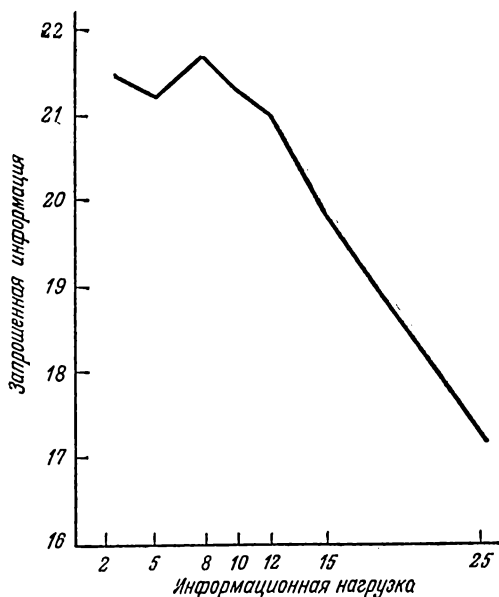


Рис. 2.21. Объем запрошенной информации как функция объема входной информации (печатается с разрешения из работы Стрейфerta и др., 1964, пример 55).

мере 55. Предстояло изучить влияние входной информации на количество принимаемых рискованных решений, т. е. выяснить, шли ли операторы на максимальный риск при оптимальных, супероптимальных или субоптимальных информационных условиях. Решения подразделялись на рискованные (относящиеся в большей степени к наступательным, чем к оборонительным, действиям), подготовительные (предвосхищающие последующие наступательные или оборонительные меры), ответные (оборонительные меры) и отводящие (отвод войск и техники с опасных позиций). Были обнаружены значительные влияния информационной нагрузки на принятие решений (рис. 2.22).

Наиболее рискованные решения принимались в периоды оптимальной информационной нагрузки, но количество рискованных решений (как функция нагрузки) выравнивалось при высоких уровнях информационной нагрузки. Показатель риска как функция времени, затраченного на игру, также повышался. То же явление отмечено и в работе [108]. Результаты анализа времени показали поразительное сходство с результатами работы Дэвиса и др. [29], полученными в гораздо более простом игровом эксперименте, изучавшем риск.

Наличие нерелевантной информации также затрудняет задачу информационной обработки, по крайней мере с использованием технически сложных дисплеев. Однако результаты (сравнительно немногочисленных) исследований этой переменной величины весьма противоречивы. Арчер [6] не обнаружил влияния, а Монти [83] указывает, что «нерелевантная информация, последовательно предъявляемая наряду с релевантной, не ухудшает работы оператора, если она не нарушает привычного ритма обработки текущей информации». Другие исследователи [7, 26, 32, 92] считают, что нерелевантная информация

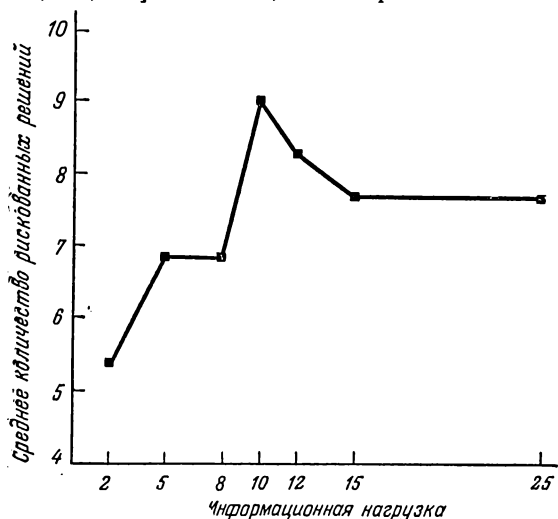


Рис. 2.22. Влияние информационной нагрузки на принятие рискованного решения (печатается с разрешения из работы Стрейфerta и Стрейфerta, *Psychonomic Sci.*, 1968, пример 56).

оказывает отрицательное влияние. В более поздних исследованиях [39, 40] было найдено, что нерелевантные стимулы увеличивали время реакции и количество ошибок. Влияние нерелевантной информации может оказаться в конечном счете функцией сложности обработки входных данных и является критической величиной для сложных условий работы и почти не сказывается на простых [107].

Факторы средств отображения информации

Поскольку большинство входных сигналов, выступающих в качестве нагрузки системы, являются визуальными, вполне закономерно предположение о наличии взаимодействия между условиями нагрузки и характеристиками средств отображения

информации. (Что и имеет место на самом деле. Например Поултон [91] нашел, что вероятность потери на экране дисплея хотя бы одного символа, относящегося к цели, повышалась почти прямо пропорционально числу целей и предъявляемых условных обозначений. Коффи [21] обнаружил, что работа была эффективнее при низкой величине плотности буквенно-цифровой информации. Хаувел и Тейт [46] получили почти такой же результат. Монти и др. [84] определили, что работа по выполнению задачи слежения за целью была эффективнее при использовании цифр и букв, чем при использовании условных обозначений.)

Наиболее значительные исследования в этой области проводились в военных системах обработки информации; в соответствующих отчетах приводится описание нагрузки на оператора, зависящей от количества входных сигналов.

Пример 57. Серия исследований по усвоению информации, проводимых в течение нескольких лет в США Военным исследовательским институтом бихевиоральных и социальных наук, включала в себя изучение следующих проблем:

1. Восприятие информации посредством алфавитно-цифровых дисплеев.
2. Кодирование откорректированных буквенно-цифровых данных, предъявляемых на дисплеях индивидуального и коллективного пользования.
3. Точность восприятия информации, предъявляемой и корректируемой посредством алфавитно-цифровых дисплеев.
4. Восприятие информации, предъявляемой на дисплеях, допускающих отображение условных обозначений.
5. Уверенность в восприятии информации, предъявляемой на дисплеях, допускающих отображение условных обозначений.

Прежде всего рассмотрим исследование, в котором изучалось влияние *объема и плотности буквенно-цифровой информации* в автоматизированной системе обработки данных. Испытуемые должны были извлекать специфические элементы информации с проецируемых слайдов, содержащих данные различных объемов и плотностей. Данные, предъявляемые по столбцам, имели пять различных позиций. На рис. 2.23 приведен пример такого способа предъявления информации.

В общем с увеличением объема предъявляемых данных среднее время поиска существенно возрастало. Незначительная разница во времени поиска, обусловленная изменениями плотности данных, заставляет предположить, что достаточно плотное их расположение на буквенно-цифровых дисплеях не снижает эффективности выборки информации. Время поиска нужных данных, расположенных в нижней части экрана дисплея,

Статус дружественных тактических подразделений

Под- разде- ление	Деятельность	Эффектив- ная мощ- ность	Земля	Статус воору- жения	Погода
23	ПРИЗЕМЛЕНИЕ	77	ПАШНЯ	92	СЫРАЯ
72	ПЕРЕПОСТРОЕНИЕ	96	НИЗИНА	85	ПАСМУРНАЯ
57	СОСРЕДОТОЧЕНИЕ	87	РЕКИ	91	СНЕГ
82	ОТВОД	76	ЛУГА	82	ВЛАЖНАЯ
34	РАСПОЛОЖЕНИЕ НА ФЛАНГЕ	80	БОЛОТА	76	ДОЖДЛИВАЯ
13	ПРИКРЫТИЕ АРТИ- ЛЛЕРИИ	71	ПУСТЫНЯ	96	УРАГАН
26	ОКРУЖЕНИЕ	85	РАВНИНА	86	СОЛНЕЧНАЯ
99	ПРИКРЫТИЕ	90	ТОПЬ	87	ВЕТРЕНАЯ
64	ПЕРЕГРУППИРОВКА	78	ДЖУНГЛИ	83	ГРАД
41	ПЛАНИРОВАНИЕ	83	ОЗЕРА	89	СУХАЯ
28	ТРЕНИРОВКА	79	ДОЛИНА	80	МОРОЗНАЯ
37	ЗАКРЕПЛЕНИЕ	75	УТЕСЫ	78	ШТОРМ
18	ПРОРЫВ	72	ЛЕС	75	ЖАРКАЯ
53	АТАКА	94	ХОЛМЫ	90	ТУМАН
31	ОБОРОНА	78	ГОРЫ	94	ЯСНАЯ

было примерно на 22% больше времени поиска информации в верхней части экрана. Когда количество колонок было увеличено с 2 до 4, время поиска увеличилось на 100%.

Исследование времени обнаружения откорректированных буквенно-цифровых элементов информации на экране дисплея показало, что среднее время поиска откорректированной информации в *закодированном* виде примерно на 65% меньше среднего времени, необходимого для поиска откорректированных данных в незакодированном виде. Это подтверждает целесообразность использования кодирования в процессе обработки буквенно-цифровой информации.

Еще более важными представляются исследования, показавшие, что на обработку информации затрачивается меньше времени при использовании индивидуальных дисплеев, чем дисплеев коллективного пользования. Эти результаты подвергают сомнению достоинства последних, по крайней мере для задач определенного типа. Например, дисплеи коллективного пользования предоставляют наблюдателю меньшую свободу действий, чем индивидуальные дисплеи для установления связи, слежения и фиксации, т. е. для тех операций, которые облегчают выполнение задачи.

В другом исследовании испытуемым предъявлялись последовательно пары слайдов. Первая пара содержала 12, 18 или 24 военных символа на карте. Вторая пара слайдов была идентична первой, за исключением того, что 2, 4 или 6 символов были изъяты, добавлены или перемещены на новые позиции. Для того чтобы сделать более заметными внесенные изменения, использовали три разных метода, а именно: 1) сравнение контрастной копии предыдущего слайда с откорректированным слайдом, при этом внесенные изменения не кодировались; 2) выделение изменений с помощью одинарного кодирования и 3) выделение изменений с помощью двойного кодирования. Эти слайды были противопоставлены слайдам, на которых откорректированные данные ничем не выделялись.

При рассмотрении второго слайда испытуемые были заняты выборкой информации (что определялось как отсчет и идентификация). После удаления второго слайда испытуемым давалась задача восприятия информации, в которой они указывали откорректированные данные, замеченные ими на втором слайде.

В общем увеличение либо объема данных, либо количества корректировок приводило к ухудшению выборки и восприятия данных. В задаче восприятия предъявленной информации, однако, двойное кодирование полностью предотвращало отрицательное влияние увеличения объема данных. Двойное кодирование улучшало на 97% процессы выборки и на 57% восприятие данных по сравнению с теми случаями, в которых кодирование не применялось. Одинарное кодирование улучшало на 68% выборку и на 47% восприятие данных. Контрастная копия не улучшала выборку данных и лишь незначительно улучшала восприятие, главным образом тогда, когда откорректированные данные предъявлялись в новых позициях. Полученные результаты четко указывают на желательность применения кодирования визуального предъявления данных в системах обработки информации, что позволяет существенно улучшить работу без использования весьма дорогостоящих методов выделения информации цветом.

В другом исследовании испытуемым давалась одна минута на отыскание буквенно-цифровых записей, откорректированных на экране дисплея, и их вычеркивание из текста небольшой книги. По мере увеличения количества элементов информации *точность* падала с 86 до 62% при кодированных корректировках и с 38 до 11% при некодированных. Когда возрастало количество откорректированных данных, *точность* снижалась с 88 до 56% для закодированных корректировок, но оставалась приблизительно на одном и том же уровне в 22% для не закодированных корректировок. Эти результаты подчеркивают важ-

ность выявления и использования только существенных данных.

Конечным продуктом автоматизированных систем обработки военной информации являются карты и схемы на кальках, на которых отражаются и корректируются информация о ситуации, разведанные и административные данные. Исследование проводилось для определения того, как на восприятие информации влияет объем предъявляемых данных и степень изменений, вводимых с помощью *дисплеев, допускающих предъявление условных обозначений*.

Слайды с символами знамен военных подразделений, нанесенными на карты и схемы, предъявлялись 32 испытуемым. Изменяя количество символов на слайде (12, 16, 20 и 24), создавали 4 уровня объема данных. После предъявления слайда показывали другой слайд, в основном такой же, как и первый, но без 2, 4, 6 или 8 знаков. Измерение точности восприятия информации основывалось на способности испытуемого опознавать те позиции, на которых ранее были расположены изъятые символы.

Результаты показали довольно заметное снижение точности восприятия: с 85% правильных реакций при 12 знаках на слайде примерно до 48% правильных реакций при 24 знаках на слайде. Удвоение количества символов приводило к снижению точности почти в 2 раза. Если объем изменений при одной корректировке увеличивался, точность оставалась неизменной, но появлялось больше ошибок вследствие пропуска искомой информации, чем ошибочных опознаний.

Точность восприятия данных может быть единственным средством оценки эффективности дисплеев, используемых в процессе принятия решений. Ощущение *определенности*, касающейся точности действий оператора, может играть важную роль в формулировке решений. Поэтому представлялось желательным определить взаимосвязи между объемом предъявляемых данных, диапазоном вводимых изменений, точностью восприятия информации и уверенностью в этой точности.

Метод исследования был тот же, что и в предыдущем случае, но каждый испытуемый должен был также дать оценку своей уверенности в правильности ответов. По мере увеличения количества символов на одном дисплее средняя точность и уверенность уменьшались почти прямо пропорционально. При увеличении же количества изъятых символов и корректировок дисплея уверенность уменьшалась, а точность оставалась постоянной. Очевидно, на уверенность могут влиять изменения в отображении данных на дисплее, не оказывающие влияния на точность восприятия информации.

В случае возникновения аварийных ситуаций персонал должен быстро охватить взглядом большое количество дисплеев

для оценки угрозы нападения или скопления противника. Было проведено исследование подобных быстрых оценок для определения того, как влияют на точность изменения времени предъявления, угла обзора и объема данных на дисплее. После приобретения некоторой практики половине испытуемых последовательно предъявлялись слайды (от 4 до 22 символов на слайд) с временем предъявления в 500 мс, а затем те же слайды в течение 200 мс; другой половине испытуемых предъявлялись слайды в обратном порядке. Сделав ряд оценок, каждый испытуемый демонстрировал уверенность в правильности своей оценки.

Результаты показали, что использование кратковременных предъявлений может быть практически осуществимым для просмотра большого количества табло. Однако в зависимости от требований конкретной ситуации соотношение между точностью и временем предъявления должно быть согласовано. Уверенные заявления, как правило, консервативны: меньшее время предъявления оказывает более заметное влияние на *уверенность* человека, выполняющего свою работу, чем на *сам* процесс работы. Уменьшение уверенности может заставить испытуемого воздержаться от действия, выходящего за пределы того времени, в течение которого он способен принять компетентное решение.

Пример 58. Способ предъявления данных является одним из факторов, определяющих влияние нагрузки и уверенности оператора на его деятельность. При командном управлении (пример 42) команда из 8 человек оценивала угрозу со стороны противника. Нагрузка определялась количеством подразделений противника (1, 2, 4). Уверенность, т. е. оценка испытуемым вероятности того, что его гипотеза правильно объясняет характер угрозы, изменялась в зависимости от нагрузки, но лишь в том случае, когда отдельные классы данных (паступление основными силами, боевая поддержка, материально-техническое обеспечение, боевой порядок) были дифференцированы.

Тактическая информация может быть предъявлена либо в виде букв и цифр, либо графически (например, на карте). Большое практическое значение имеет выбор оптимального способа предъявления информации. Особенно важно было установить, как выбранная форма предъявления информации влияет на способность оператора выдержать такую нагрузку, как ряд одновременных входных воздействий. Результаты проведенных сравнительных экспериментов оказались неоднозначными.

При выполнении невоенных заданий, как установили Хауэлл и Тейт [46], графический способ предъявления информации

в целом превосходит буквенно-цифровой, если испытуемый должен запоминать и воспроизводить предъявляемый ему материал. Косвенное подтверждение превосходства графического способа предъявления информации содержится в результатах исследований Ньюмена и Дэвиса [88], установивших, что пространственно закодированный (графический) материал запоминается быстрее и точнее, чем материал, закодированный в виде букв. С другой стороны, Силвер [102] установил, что точность принятия решений, касающихся невоенной сферы, не связана со способом предъявления информации.

Пример 59. В двух следующих экспериментах сравнивались два способа предъявления информации в условиях выполнения задачи, связанной с оценкой характера военной угрозы. Испытуемые наблюдали серии информационных знаков, характеризующих три соединения противника. Расположение и состав подразделений в этих соединениях корректировались в каждом сеансе. Испытуемые должны были определить, какое из трех подразделений вероятнее всего может начать наступление. Хотя скорость и точность принятия решений зависят от скорости корректировки (эксперимент 1) и от напряженности темпа (эксперимент 2), разница в выполнении задания в обоих экспериментах практически не зависела от способа предъявления информации.

Два других эксперимента, связанных с задачей тактической классификации, должны были дать более определенный ответ на этот вопрос. Исследования, проведенные в ходе экспериментов, заключались в сравнении буквенно-цифрового и графического способа предъявления информации в разных условиях (с запоминанием результатов или без него) и на четырех уровнях сложности.

Значительных различий в результатах обнаружено не было, но факторы сложности и памяти, а также результаты взаимодействия между ними оказались достаточно важными. Как и предполагалось, когда требовалось запоминание, операторы выполняли задание намного хуже. Время решения задачи увеличивалось по мере ее усложнения, при этом существенное значение имели лишь три первых уровня сложности. Как выяснилось в ходе исследований, преимущества и недостатки разных способов предъявления информации определяются функциональными требованиями (например, характером задачи). Поэтому способ предъявления информации должен выбираться на основе относительной стоимости их аппаратной реализации.

Читатели могут ознакомиться со следующими исследованиями, посвященными такому фактору, как способ предъявления информации:

1. Зигель и Фишль [100] провели анализ деятельности испытуемого, связанной с приемом сигналов 12 визуальных информационных источников, используемых в системе противовоздушной обороны, и с распределением результатов по шкалам, учитывающим разные измерения. Было выделено семь факторов, в том числе количество стимулов и способ кодирования.

2. Коффи [21] обнаружил, что вертикальный и горизонтальный способы предъявления буквенно-цифровой информации оказывают одинаковое влияние на качество работы операторов.

3. Сравнивая разные способы графического предъявления информации, Шутц [96] обнаружил, что предпочтительнее всего использование диаграмм линейного типа, а затем уже вертикальных столбцов. Лишние точки и пропущенные данные снижают качество выполняемой работы.

4. Смит и др. [105] обнаружили, что цветовое кодирование эффективней, чем использование надписей и подчеркиваний. Эффективность цветового кодирования подтвердил и Мунс [87]. Он предложил способ упрощения задачи наблюдателя в условиях работы с имитаторами радиолокационных дисплеев, который, однако, не привел к значительному увеличению эффективности наблюдения в реальных условиях. Уэделл и Олден [114] считают, что при выполнении задания по слежению при управлении воздушным транспортом предъявление информации в цвете не намного эффективнее цифрового кодирования, хотя и удобнее для восприятия данных о количестве объектов, принадлежащих к одной и той же категории. Авторы считают, что цвет должен использоваться в качестве вспомогательного средства при поиске или передаче сигналов тревоги, но не в качестве основного информационного источника.

5. Канарик и Петерсен [55] обнаружили, что избыточное цветовое кодирование (использование цвета как фона) не способствовало повышению эффективности слежения, осуществляемого с помощью 10 приборов с цифровой индикацией, хотя и увеличило количество применяемых испытуемым стратегий. С другой стороны, цветовое кодирование информации оказалось особенно эффективным в том случае, когда требовалось закодировать информацию разных категорий и когда количество объектов данной категории было незначительным [99]. Крист [18] разработал проектные рекомендации по цветовому кодированию.

6. Бекер и Голдстейн [8] противопоставили влияние последовательного и «группового» предъявления информации на качество решения задачи. При последовательном предъявлении кадров в каждый данный момент времени предъявлялись лишь

те варианты, ответы на которые допускались в момент предъявления, а при групповом — предъявлялись все варианты сразу независимо от времени ответа. Для того чтобы при принятии решения научиться пользоваться групповым способом расположения данных, требовалось значительно больше времени вследствие дополнительных временных затрат на поиск.

7. Фелл и Лафери [33] обнаружили, что визуальный и слуховой способы предъявления буквенно-цифровой информации равноценны; главное чтобы эти способы не смешивались. Однако при выполнении задания по звуковому обнаружению предпочтительней слуховой способ, а комбинированный аудиовизуальный способ лучше, чем только слуховой [20].

8. Сонн и Рици [106] вслед за многими специалистами, занимавшимися этой проблемой до них, выяснили, что сопарное предъявление информации сканирующего типа предпочтительнее стандартной индикации позиционного плана.

9. Монти [82] установил, что большое значение имеет организация предъявляемых стимулов. Он использовал последовательное предъявление стимулов на одном и том же дисплее (упорядоченный способ) или на дисплеях, выбранных наугад (неупорядоченный способ). Первый способ значительно превосходит второй.

10. Что касается точности результатов, то при групповой работе почти нет разницы в том, используются ли целые комплексы визуальных дисплеев большого формата или отдельные малоформатные дисплеи. Однако при использовании дисплеев большого формата, включаемых в комплексы, скорость работы возрастает на 15% ([104], см. также пример 57).

Для получения дополнительной информации о влиянии разных способов предъявления информации на работу оператора автор отсылает читателя к работе Мейстера и Салливэна [76] и к работе Хеглина [45].

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Вообще говоря, завышенные требования к входным и выходным сигналам снижают эффективность работы оператора — этот вывод вполне соответствует практическому опыту.

2. Влияние нагрузки сказывалось на всех исследовавшихся функциях и задачах. Хотя мы достаточно много знаем о влиянии нагрузки на работу отдельного оператора, ее влияние на многооператорную систему изучено еще недостаточно, поскольку такие системы исследуются весьма редко. Однако известно, что влияние нагрузки носит в значительной степени переменный характер. На уровне входных сигналов нагрузка

иногда не оказывает заметного влияния на функционирование или воздействует лишь на некоторые из осуществляемых одновременно функций и задач системы. Ухудшение качества работы из-за влияния нагрузки можно заметить лишь по изменениям определенных параметров, тогда как на других параметрах воздействие нагрузки никак не сказывается.

3. По-видимому, некоторые типы входных сигналов и частота их появления способствуют повышению эффективности работы оператора.

4. Часто ответная реакция оператора и системы на переменную величину нагрузки бывает непропорциональна изменению входной нагрузки, т. е. оказывается менее значительной, чем предполагалось (нелинейная характеристика).

5. Влияние сочетания двух входных сигналов, не создающих отдельно друг от друга нагрузки, может привести к возникновению перегрузки и снижению эффективности работы оператора (свойство аддитивности). В то же время влияние нагрузки на эффективность работы оператора может быть модифицировано в результате взаимодействия нескольких переменных (свойство модифицируемости).

6. В сравнительно простых операторных системах влияние нагрузки на оператора и систему часто бывает одинаковым; в многооператорных системах влияния нагрузки на отдельного оператора и систему в целом могут существенно отличаться.

7. Когда позволяют обстоятельства, оператор может и должен стремиться к уменьшению влияния нагрузки путем применения различных стратегий манипулирования входными сигналами.

8. Ответные реакции оператора на изменение нагрузки носят в высшей степени индивидуальный характер, причем их можно модифицировать с помощью заучивания значений стимулов и ожидаемых результатов ответных реакций. На них также влияет предварительная подготовка и опыт оператора.

9. На эффект нагрузки влияют организационные факторы, такие, как организация системы и группы операторов, распределение отдельных элементов задачи между операторами, численность команды и распределение нагрузки. Однако связь между этими факторами и эффектом нагрузки не проявляется достаточно отчетливо.

10. При выполнении заданий, предполагающих использование информации (обычно визуальной), кодирование уменьшает негативное влияние нагрузки.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ

Первый вопрос, на который следует ответить, заключается в следующем: чувствительна ли система к перегрузкам и как это проявляется? Наибольшая вероятность возникновения нагрузки наблюдается у систем, характеризующихся следующими свойствами: а) входные сигналы (поступление информации) носят сложный характер, многочисленны, поступают с очень высокой или очень низкой частотой, относительно слабы (близки к порогу восприятия оператора) и не упорядочены или б) ответные реакции оператора вызываются многими факторами. Маловероятно, чтобы все названные факторы могли присутствовать в одной и той же системе. Однако чем их больше, тем более вероятно возникновение ситуации перегрузки.

Предметом анализа должна стать оценка входных сигналов, и в меньшей степени выходных, основанная на учете требований к системе. Теоретически требования, предъявляемые к оператору, должны соответствовать его способностям. Мы говорим «теоретически», поскольку на практике эта задача решается с большим трудом и лишь на основе интуиции (что, однако, лучше, чем отказ от всякого сравнения способностей операторов). Там, где имеет место большое расхождение, возникает ситуация перегрузки.

Литература может служить общим руководством и помогает находить более точные решения, однако в ней нет конкретных сведений, необходимых для проектирования (например, данных о количестве входных сигналов, вызывающих перегрузку в некоторой ситуации X). Поэтому для оценки конкретных ситуаций специалисту в области человеческих факторов может понадобиться проведение небольших экспериментов («быстрых и грубых»), для того чтобы определить показатели, необходимые для оптимизации решения поставленной задачи.

Самым эффективным проектировочным решением проблемы нагрузок было бы упрощение ситуаций на входе и выходе системы и по возможности исключение случаев конкуренции или совпадения сигналов во времени. Однако большинство систем имеют ту или иную структуру именно потому, что их модификация привела бы к невыполнению предъявляемых требований. Приводимые ниже рекомендации, в большей степени применимые к недетерминированным и в меньшей — к высокодетерминированным системам, могут оказать определенную помощь проектировщику.

1. Целесообразно разрабатывать такие системы, в которых операционные процессы имеют, насколько это возможно, запрограммированный характер и относительно неизменны (за исключением непредвиденных ситуаций). Если тип системы ис-

ключает такую возможность (например, когда воздействия среды неустойчивы), операционные процессы должны обладать максимальной гибкостью.

2. Следует тренировать операторов, развивая в них способность адаптироваться к условиям их работы; тренировку следует проводить при полной нагрузке.

3. Поскольку одновременное выполнение нескольких задач часто ведет к снижению эффективности работы, представляется желательным уменьшать количество одновременно выполняемых задач.

4. Если задания или отдельные входные и выходные сигналы различаются по важности, оператора следует проинформировать об этом.

5. Так как требования к кратковременному запоминанию увеличивают нагрузку, следует стремиться к их предельному снижению, снабжая оператора вспомогательными мнемоническими средствами или автоматизируя функции запоминания.

6. Целесообразно обеспечить оператору максимальный доступ ко всей необходимой ему информации. Желательно, чтобы информация предъявлялась визуально, а не вербально, при этом следует свести до минимума: взаимодействие операторов друг с другом (в особенности, словесное общение); количество каналов, по которым к операторам поступает необходимая для выполнения их задач информация.

7. Если используется большое количество структурированных данных (например, буквенно-цифровых, символических), то их следует кодировать цветом, формой и т. д. Надо стремиться к предельному сокращению изменчивости входных данных и формировать у операторов образы ожидаемых воздействий.

8. Когда задание представляется слишком простым, однообразным или монотонным, для стимулирования оператора следует сознательно несколько увеличивать нагрузку (например, усложнять задание).

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams J. A., Boulter L. R., Monitoring of Complex Visual Displays I. Effects of Response Complexity and Intersignal Interval on Vigilant Behavior when Visual Load is Moderate, Report AFCCDD-TN-60-63, University of Illinois Aviation Psychology Laboratory, 1960.
2. Adams J. A., Humes J. M., Monitoring of Complex Visual Displays: IV. Training for Vigilance, *Hum. Factors*, 5, 147—153 (1963).
3. Adams J. A. et al., Monitoring of Complex Visual Displays: III. Effects of Repeated Sessions on Human Vigilance, *Hum. Factors*, 4, 149—157 (1962).

4. Adarins J.A. et al., Monitoring of Complex Visual Displays: V. Effects of Repeated Sessions and Heavy Visual Load on Human Vigilance, *Hum. Factors*, 5, 385—389 (1963).
5. Alluisi E. A. et al., An Information Analysis of Verbal and Motor Responses in a Forced-Paced Serial Task, *J. Exp. Psychol.*, 53, 153—158 (1957).
6. Archer E. J., Identification of Visual Patterns as a Function of Information Load, *J. Exp. Psychol.*, 48, 313—317 (1954).
7. Baker C. A. et al., Target Recognition on Complex Displays, *Hum. Factors*, 2, 51—61 (1960).
8. Baker J. D., Goldstein I., Batch vs. Sequential Displays: Effects on Human Problem Solving, *Hum. Factors*, 8, 225—235 (1966).
9. Bell R. A. et al., Watchkeeping Performance as a Function of Certain Properties of the Viewing Situation, *Hum. Factors*, 16, 65—69 (1974).
10. Bergstrom B. et al., Effects of Sleep Loss and Stress upon Radar Watching, *J. Appl. Psychol.*, 58, 158—162 (1973).
11. Bergum B. O., Lehr D. J., Effects of Authoritarianism on Vigilance Performance, *J. Appl. Psychol.*, 47, 75—77 (1963).
12. Bergum B. O., Lehr D. J., Monetary Incentives and Vigilance, *J. Exp. Psychol.*, 67, 197—198 (1964).
13. Billings C. E. et al., Physiological Cost of Piloting Rotary Wing Aircraft, *Aerosp. Med.*, 41, 256—258 (1970).
14. Briggs G. E., Naylor J. C., Team Versus Individual Training, Training Task Fidelity, and Task Organization Effects on Transfer Performance by Three-Man Teams, *J. Appl. Psychol.*, 49, 387—392 (1965).
15. Brown D. W., The Effect of Observer Redundancy on Display Monitoring Efficiency, *J. Psychol.*, 56, 413—419 (1963).
16. Childs J. M., Halcomb C. G., Effects of Noise and Response Complexity upon Vigilance Performance, *Percept. Mot. Skills*, 35, 735—741 (1972).
17. Christ R. E., Effects of Payoff and Probability on Recall of Multisymbol Displays, *J. Gen. Psychol.*, 80, 81—92 (1969).
18. Christ R. E., Review and Analysis of Color Coding Research for Visual Displays, *Hum. Factors*, 17, 542—570 (1975).
19. Colquhoun, W. P., The Effect of «Unwanted» Signals on Performance in a Vigilance Task, *Ergonomics*, 4, 41—51 (1961).
20. Colquhoun, W. P., Evaluation of Auditory, Visual and Dual-Mode Displays for Prolonged Sonar Monitoring in Repeated Sessions, *Hum. Factors*, 17, 425—437 (1975).
21. Coffey J. L., A Comparison of Vertical and Horizontal Arrangements of Alphanumeric Material — Experiment I, *Hum. Factors*, 3, 93—98 (1961).
22. Connolly D. W. et al., Tactical Decision Making: II. The Effects of Threatening Weapon Performance and Uncertainty of Information Displayed to the Decision-Maker on Threat Evaluation and Action Selection, Report ESD-TR-61-45 and AFCRL 1100, Operational Applications Laboratory, Bedford, Mass., December 1961 (AD 288-878).
23. Conrad R., Speed and Load Stress in a Sensor-Motor Skill, *Brit. J. Indust. Med.*, 8, 1—7 (1951).
24. Conrad R., Missed Signals in a Sensor-Motor Skill, *J. Exp. Psychol.*, 48, 1—9 (1954).
25. Conrad R., Some Effects on Performance of Changes in Perceptual Load, *J. Exp. Psychol.*, 49, 313—322 (1955).
26. Crawford A., The Perception of Light Signals: The Effect of the Number of Irrelevant Lights, *Ergonomics*, 5, 417—428 (1962).
27. Cumming R. W., Croft P. G., Human Information Processing Under Varying Task Demand, *Ergonomics*, 16, 581—586 (1973).
28. Davies D. R., Tunc G. S., Human Vigilance Performance, American Elsevier, New York, 1969.

29. Davis J. H. et al., Risk Taking; Task, Response Pattern, and Grouping, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 3, 124—142, (1968).
30. DeGreene K. B., Sociotechnical Systems; Factors in Analysis, Design and Management, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1973.
31. Dorfman P. W., Goldstein J. L., Spatial and Temporal Information as Cues in a Time-Sharing Task, *J. Appl. Psychol.*, 55, 554—558 (1971).
32. Eriksen C. W., Partitioning and Saturation of Visual Displays and Efficiency of Visual Search, *J. Appl. Psychol.*, 39, 73—77 (1955).
33. Fell J. C., Laughery K. R., Short-Term Memory: Mode of Presentation for Alphanumeric Information, *Hum. Factors*, 11, 401—406 (1969).
34. Fineberg M. L., Effects of Object Distance, Shape, Closing Velocity and Aviator Experience in Obstacle Avoidance Behavior, Dissertation, Catholic University, Washington, D. C., May 1975.
35. Fitts P. M., Cognitive Aspects of Information Processing: III. Set for Speed Versus Accuracy, *J. Exp. Psychol.*, 71, 849—857 (1966).
36. Freed A. M., Human Interactions in Man-Machine Systems, *Hum. Factors*, 4, 389—396 (1962).
37. Gabriel R. F., Burrows A. A., Improving Time-Sharing Performance of Pilots Through Training, *Hum. Factors*, 10, 33—40 (1968).
38. Gaites R. A., The Navy and Reduced Shipboard Manning, *Nav. Eng. J.*, 73—80, December 1974.
39. Goldstein I. L., Irrelevant Information: Is There Any? *Proceedings, American Psychological Association Convention*, 677—678 (1972).
40. Goldstein I. L., Allen J. C., Effects of Irrelevant Stimuli on the Processing of Information in Complex Displays, *J. Appl. Psychol.*, 55, 110—113 (1971).
41. Gould J. D., Schaffer A., Visual Monitoring of Multi-Channel Displays, *IEEE Trans. Hum. Factors*, HF-7, 69—76 (1966).
42. Gould J. D., Schaffer A., The Effects of Divided Attention on Visual Monitoring of Multi-Channel Displays, *Hum. Factors*, 9, 191—202 (1967).
43. Hearn J. F., Moss S. M., Effect of Method of Payoff on the Detection of Targets in a Visual Search Task, *J. Exp. Psychol.*, 78, 569—573 (1968).
44. Hebb D. O., Drives and the C. N. S. (Conceptual Nervous System), *Psychol. Rev.*, 62, 243—254 (1955).
45. Heglin H. J., NAVSHIPS-Display Illumination-Design-Guide, *Section II, Human Factors*, Report NEL/TD 223, Naval Electronics Laboratory Center, San Diego, Calif., January 1973 (AD 770—478/6 GI).
46. Howell W. C., Tate J. D., Influence of Display, Response, and Response Set Factors upon the Storage of Spatial Information in Complex Displays, *J. Appl. Psychol.*, 50, 73—80 (1966).
47. Ince F., Williges R. C., Detecting Slow Changes in System Dynamics, *Hum. Factors*, 16, 278—285 (1974).
48. Jenkins H. M., The Effect of Signal Rate on Performance in Visual Monitoring, *Am. J. Psychol.*, 71, 647—661 (1958).
49. Jerison H. J., Human and Animal Vigilance, *Percept. Mot. Skills*, 21, 580—582 (1965).
50. Jerison H. J., Pickett R. M., Vigilance: The Importance of the Elicited Observing Rate, *Science*, 143, 970—971 (1964).
51. Jerison H. J. et al., The Elicited Observing Rate and Decision Processes in Vigilance, *Hum. Factors*, 7, 107—128 (1965).
52. Johnston W. A., Transfer of Team Skills as a Function of Type of Training, *J. Appl. Psychol.*, 50, 102—108 (1966).
53. Johnston W. A. et al., Human Vigilance as a Function of Signal Frequency and Stimulus Density, *J. Exp. Psychol.*, 72, 736—743 (1966).
54. Kahneman D., Attention and Effort, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1973.

55. Kanarick A. F., Petersen R. C., Redundant Color Coding and Keeping-Track Performance, *Hum. Factors*, 13, 183—188 (1971).
56. Kappauf W. E., Powe W. E., Performance Decrement at an Audio-Visual Checking Task, *J. Exp. Psychol.*, 57, 49—56 (1959).
57. Karsh R. et al., Effects of Knowledge of Results and Method of Payoff on Keeping-Track Performance, *J. Psychol.*, 75, 73—79 (1970).
58. Kennedy R. S., Coulter X. B., Research Note; The Interactions Among Stress, Vigilance, and Task Complexity, *Hum. Factors*, 17, 106—109 (1975).
59. Kidd J. S. et al., The Effect of Enroute Flow Control on Terminal System Performance; A Study in Human Engineering Aspects of Radar Air Traffic Control, Report 57-663, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1958 (AD 142-096).
60. Kidd J. S., A Summary of Research Methods, Operator Characteristics, and System Design Specifications Based on the Study of a Simulated Radar Air Traffic Control System, Technical Report 59-236, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, July 1959 (AD 235-126).
61. Kinkade R. G., Kidd J. S., The Effectiveness of Procedural Variations in the Use of Target Identification and Airborne Position Information in the Performance of a Simulated Radar Approach Control System, Technical Report 58-624, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, March 1959a (AD 216-361).
62. Kinkade R. G., Kidd J. S., The Effect of Team Size and Intermember Communication on Decision-Making Performance, Report 58-474, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1959b (AD 245-621).
63. Klein T. J., Cassidy W.B., Relating Operator Capabilities to System Demands. *Proceedings*, Human Factors Society 16th Annual Meeting, October 1972.
64. Klemmer E. T., A Further Study of Information Transmission with Matrix Patterns. *USAD CRC Res. Rep. 57-1*, September 1957.
65. Klemmer E. T., Muller P. F., The Rate of Handling Information; Key Pressing Responses to Light Patterns, *J. Mot. Behav.*, 1, 135—147 (1969).
66. Knowles W. B., Operator Loading Tasks, *Hum. Factors*, 5, 155—161 (1963).
67. Lanzetta J. T., Roby T. B., Group Performance as a Function of Work-Distribution Patterns and Task Load, *Sociometry*, 19, 95—104 (1956).
68. Levine J. M., The Effects of Values and Costs on the Detection and Identification of Signals in Auditory Vigilance, *Hum. Factors*, 8, 525—537 (1966).
69. Mackworth J. F., The Effect of Signal Rate on Performance in Two Kinds of Vigilance Task, *Hum. Factors*, 10, 11—18 (1968).
70. Mackworth J. H., Mackworth N. H., The Overlapping of Signals for Decisions, *Am. J. Psychol.*, 69, 2—47 (1956).
71. Malmö R. B., Activation. A Neuropsychological Dimension, *Psychol. Rev.*, 66, 367—386 (1959).
72. McDonald L. B., Ellis N. C., Relationship between Predicted Stress and Measured Attentional Demand in a Simulated Driving Task, *Proceedings*, Human Factors Society, 18th Annual Meeting, 117—122, October 1974.
73. McDonald L. B., Ellis N. C., Stress Threshold for Drivers under Various Combinations of Discrete and Tracking Workload, *Proceedings*, Human Factors Society, 19th Annual Meeting, 488—493, October 1975.
74. McKendry J. M. et al., A Subjective Value Approach to Information Utility, *Hum. Factors*, 13, 503—509 (1971).
75. McKenzie R. E. et al., Neptune; A Multielement Task System for Evaluating Human Performance, Report SAM-TR-69-25, USAF School of Aerospace Medicine, Brooks AFB, Texas, October 1969 (AD 700-313).

76. Meister D., Sullivan D. J., Guide to Human Engineering Design of Visual Displays, Final report, Contract N00014-68-S-0278, Bunker-Ramo Corp., Canoga Park, Calif., August 1969 (AD 693-237).
77. Metters D. B., Modeling the Saturation Level of a Human Radar Operator, Report GE/EE/74-73, USAF Inst Technology, Wright-Patterson AFB, Ohio, December 1974 (AD A009-203).
78. Miller G. A., The Magical Number Seven, Plus or Minus Two; Some Limits on Our Capacity for Processing Information, *Psychol., Res.*, **63**, 81—97 (1956).
79. Miller G. E. et al., Human Factors Aspects of Reliability, Report U2296, Final Report, Contract DA 36-039 SC-90877, U. S. Army Electronics Research and Development Laboratories, Fort Monmouth, N. J., January 1964 (AD 431—611).
80. Miller J. G., Psychological Aspects of Communication Overloads, In R. W. Waggoner, D. J. Carels (Eds.), *International Psychiatry Clinics: Communication in Clinical Practice*, Boston, Little, Brown, 201—224 (1964).
81. Montague W. E. et al., The Effects of Signal Rate and Response Complexity on Eighteen Hours of Visual Monitoring, *Hum. Factors*, **7**, 163—172 (1962).
82. Monty R. A., Spatial Encoding Strategies in Sequential Short-Term Memory, *J. Exp. Psychol.*, **77**, 506—508 (1968).
83. Monty R. A., Keeping Track of Sequential Events: Implications for the Design of Displays, *Ergonomics*, **16**, 443—454 (1973).
84. Monty R. A. et al., Stimulus Characteristics and Spatial Encoding in Sequential Short-Term Memory, *J. Psychol.*, **65**, 109—116 (1967).
85. Moore H. G., The Effects of Load and Accessibility of Information upon Performance of Small Teams, Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, October 1961 (AD 268—462).
86. Morgan B. B., Alluisi E. A., Effects of Work-Load Stress on Skilled Performance with a Code Transformation Task, Proceedings, American Psychological Association Convention, 753—754, 1969.
87. Munns M., Some Effects of Display Symbol Variation upon Operator Performance in Aircraft Interception, *Percept. Mot. Skills*, **26**, 1215—1221 (1968).
88. Newman K. M., Davis A. R., Relative Merits of Spatial and Alphabetic Encoding of Information for a Visual Display, *J. Eng. Psychol.*, **1**, 102—126 (1962).
89. Pachella R. G., Pew R. W., Speed-Accuracy Tradeoff in Reaction Time; Effect of Discrete Criterion Times, *J. Exp. Psychol.*, **76**(1), 19—24 (1968).
90. Posner M. I., Information Reduction in the Analysis of Sequential Tasks, *Psychol. Rev.*, **71**(4), 491—504 (1964).
91. Poulton E. C., Searching for Letters or Closed Shapes in Simulated Electronic Displays, *J. Appl. Psychol.*, **52**, 348—356 (1968).
92. Rabbitt P. M., Ignoring Irrelevant Information, *Brit. J. Psychol.*, **55**, 403—414 (1964).
93. Rolfe J. M., The Secondary Task as a Measure of Mental Load, In W. T. Singleton et al. (Eds.), *Measurement of Man at Work*. Taylor & Francis, Ltd., London, 135—148 (1971).
94. Sales S. M., Effects of Variations in Workload, *Proceedings, American Psychological Association Convention*, 333—334 (1969).
95. Schipper L. M. et al., Human Engineering Aspects of Radar Air Traffic Control: IV. A Comparison of Sector and In-Line Control Procedures, Technical Report 56-59, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, September 1956 (AD 110-528).
96. Schutz H. G., An Evaluation of Formats for Graphic Trend Displays — Experiment II, *Hum. Factors*, **3**, 99—107 (1961).

97. Senders J. W., The Estimation of Operator Workload in Complex Systems, In K. B. DeGreene, (Ed.), *Systems Psychology*, McGraw-Hill, New York, 207—216 (1970).
98. Shannon C. E., A Mathematical Theory of Communication, *Bell Syst. Tech. J.*, 27, 379—423, 623—656 (1948). [Имеется перевод: Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: ИЛ, 1963.]
99. Shontz W. D. et al., Color Coding for Information Location, *Hum. Factors*, 13, 237—246 (1971).
100. Siegel A. I., Fischl M. A., Dimensions of Visual Information Displays, *J. Appl. Psychol.*, 55, 470—476 (1971).
101. Siegel A. I., Wolf J. J., *Man-Machine Simulation Models*, Wiley, New York, 1969.
102. Silver C., Development of Criteria for Evaluation of Large-Screen Displays, August 165 (AD 621-231).
103. Singleton W. T., The Measurement of Man at Work with Particular Reference to Arousal, In W. T. Singleton et al. (Eds.), *Measurement of Man at Work*, Taylor & Francis, Ltd, London, 17—25 (1971).
104. Smith S. L., Duggan B.C., Do Large Shared Displays Facilitate Group Effort? *Hum. Factors*, 7, 237—244 (1965).
105. Smith S. L. et al., Color Coding in Formatted Displays, *J. Appl. Psychol.*, 49, 393—398 (1965).
106. Sonn M., Rzy E. F., The Effect of Display Format on Sonar Detection and Localization, *Hum. Factors*, 16, 368—372 (1974).
107. Streufert S. C., Relevance and Load: Effects on Simple and Complex Decision Making, Technical Report 3, Contract N00014-67-A-0226-0030, Purdue Univ., November 1972.
108. Streufert S., Streufert S. C., Effects of Increasing Failure and Success on Military and Economic Risk Taking, *J. Appl. Psychol.*, 54, 393—400 (1970).
109. Taub H. A., Effects of Differential Value on Recall of Visual Symbols, *J. Exp. Psychol.*, 69, 135—143 (1965).
110. Tickner A. H., Poulton E. C., Monitoring up to 16 Synthetic Television Pictures Showing a Great Deal of Movement, *Ergonomics*, 16, 381—401 (1973).
111. Versace J., The Effect of Emergencies and Communications Availability with Differing Entry Rates. A Study in Human Engineering Aspects of Radar Air Traffic Control, Technical Report 56—70, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, December 1956 (AD 118-320).
112. Wagner R. C. et al., Preliminary Investigations of Speed and Load as Dimensions of Psycho-Motor Tasks. TR-54-45, Air Force Personnel and Training Research Center, Lackland, AFB, Texas, 1954.
113. Ware J. R. et al., The Role of Experimenter Attitude and Contingent Reinforcement in a Vigilance Task, *Hum. Factors*, 6, 111—115 (1964).
114. Wedell J., Alden D. G., Color Versus Numeric Coding in a Keeping-Track Task: Performance Under Varying Load Conditions, *J. Appl. Psychol.*, 57, 154—159 (1973).
115. Welford A. T., Stress and Performance, *Ergonomics*, 16, 567—580 (1973).
116. Wiener E. L., On Simultaneous Monitoring and Tracking, *J. Appl. Psychol.*, 60, 100—105 (1975).
117. Williges R. C., The Role of Payoffs and Signal Ratios in Criterion Changes during a Monitoring Task, *Hum. Factors*, 13, 261—267 (1971).
118. Williges R. C. et al., Role of Verbal Communication in Team-Work, *J. Appl. Psychol.*, 50, 473—479 (1966).
119. Wright A. D. et al., Radar Target Detection as Influenced by Experience and Training, *Research Memorandum*, U. S. Army Air Defense Human Research Unit (HUMRRO), Fort Bliss, Texas, October 1964 (AD 455-767).

120. Yntema D. B., Keeping Track of Several Things at Once, *Hum. Factors*, 5, 7—71 (1963).
121. Yntema D. B., Schulman G. M., Response Selection in Keeping Track of Several Things at Once, *Acta Psychol.*, 27, 325—332 (1967).
122. Yerkes R. M., Dodson J. D., The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit-Formation, *J. Comp. Neurol. of Psychol.*, 18, 459—482 (1908).

ЛИТЕРАТУРА К ПРИМЕРАМ

Пример 1. Johnston W. A., Briggs G. E., Team Performance as a Function of Team Arrangement and Workload, *J. Appl. Psychol.*, 52 (2) 89—94 (1963).

Пример 2. Kidd J. S., A Comparison of One, Two- and Three-Man Work Units Under Various Conditions of Work Load, *J. Appl. Psychol.*, 45 (3), 195—200 (1961).

Пример 3. Kidd J. S., Some Sources of Load and Constraints on Operator Performance in a Simulated Radar Air Traffic Control Task, Technical Report 60-612 Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, March 1961 (AD 255-232).

Пример 4. Kidd J. S., Work Team Effectiveness as a Function of Mechanical Degradation of the Intra-Team Communication System, *J. Eng. Psychol.*, 2, 1—14 (1963).

Пример 5. Kinkade R. G., Kidd J. S., The Effect of Different Proportions of Monitored Elements on Operator Performance in a Simulated Radar Air Traffic Control System, Technical Report 59-169, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1959 (AD 227-420).

Пример 6. Lanzetta J. T., Roby T. B., Group Performance as a Function of Work Distribution Patterns and Task Load, *Sociometry*, 19, 95—104 (1956).

Пример 7. Behan R. A., An Experimental Investigation of the Interaction Between Problem Load and Level of Training, *Hum. Factors*, 3, 53—59 (1961).

Пример 8. Adams J. A. et al., Monitoring of Complex Visual Displays: V. Effects of Repeated Sessions and Heavy Visual Load on Human Vigilance, *Hum. Factors*, 5, 385—389 (1963).

Пример 9. Adams J. A. et al., Monitoring of Complex Visual Displays: II. Effects of Visual Load and Response Complexity on Human Vigilance, *Hum. Factors*, 3, 213—221 (1961).

Пример 10. Connolly D. W. et al., Preliminary Summary Report, Tactical Decision Making: II. The Effects of Track Load on Damage, Cost and Kills, Report ESD-TR-61-43, Operational Applications Laboratory, Air Force Electronics Systems Division, Bedford, Mass., November 1961 (AD 285—819).

Пример 11. Fox W. R., Vance W. H., Jr., Tactical Decision Making: I. Action Selection as a Function of Track Load, Threat Complexity, Reliable Data Presentation and Weapon Uncertainty, Report ESD-TDR-61-42, Operational Applications Laboratory, Air Force Electronic Systems Division, Bedford, Mass., November 1961 (AD 404-275).

Пример 12. Fox G. J. et al., The Effect of Overlapping Raid Situations on ACO Intercept Performance, Report SPECDEVEN 279-3-22, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., July 7 1954 (AD 65247).

Пример 13. Fox G. J. et al., ACO Performance as a Function of a Number of Simultaneous Raids and Time Available for Interception, Report SPECDEVEN 279-3-15, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., November 20 1953 (AD 43900).

Пример 14. Connolly D. W. et al., An Experimental Investigation of the Validity of an Empirical Measure of Threat of Enemy Raids Using ACO Performance as a Criterion, Report SPECDEVEN 279-3-17, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., November 20 1953 (AD 43981).

Пример 15. Lefford A., Taubman R. E., Preliminary Studies of Detection Time and Other Factors Involved in AEW Performance, Technical Report SDC 279-3-4, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., August 1950 (AD 641-446).

Пример 16. Sinaiko H. W. et al., Functional Relationship of Time Density to the Detection of Discrete Radar Target Events, Report SDC 279-3-6, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., April 1951 (AD 641-452).

Пример 17. Mills R. G., Bauer M. A., Aircraft Track Initiation and Maintenance in a Single-Operator Simulated Surveillance System, Technical Report II, Report AMRL-TR-71-76, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, October 1971 (AD 741-902).

Пример 18. Smith S. L., Thomas D. W., Display Color Coding Compared with Three Shape Codes for a Class Counting Task, Report MTS-12, MITRE Corp., Bedford, Mass., December 1963.

Пример 19. Taub H. A., Abrams C., Effects of Target Value and Exposure Duration on Recall in a Visual Search Task, *J. Appl. Psychol.*, 55 (4), 393—398 (1971).

Пример 20. Teichner W. H. et al., Experiments on the Effects of Input Variables on Multi-Target Alphabetic Displays, Report ESD-TDR-63-546, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Mass., July 1963.

Пример 21. Hitt W. D., An Evaluation of Five Different Abstract Coding Methods — Experiment IV, *Hum. Factors*, 3, 120—130 (1961).

Пример 22. Chiles W. D. et al., Work Schedules and Performance during Confinement, *Hum. Factors*, 10, 143—196 (1968); использовать литературу к примеру 22 для составления полного библиографического списка.

Пример 23. Chiles W. D., Jennings A. E., Effects of Alcohol on Complex Performance, *Hum. Factors*, 12, 605—612 (1970).

Пример 24. Olson P. L., Variables Influencing Operator Information Processing, *Hum. Factors*, 5, 109—116 (1963).

Пример 25. Chiles W. D. et al., Methodology in the Assessment of Complex Human Performance: The Effects of Signal Rate on Monitoring a Dynamic Process, Report AM 69-6, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine, April 1969 (AD 697-943).

Пример 26. Shulman H. G., Briggs G. E., Studies of Performance in Complex Aircrew Tasks, Report Ohio State University, Research Foundation (Air Force Office of Scientific Research, TR-72-0156), December 1971 (AD 735-762).

Пример 27. Jeantheau G., The Differential Effects of Speed and Load Stress on Task Performance, Report WADC-TR-59-7, Aeromedical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, July 1959 (AD 233-460).

Пример 28. Matheny B. J., A Study of the Effects of Varying Loads of Aircraft Pips and Pip Speeds upon Vectoring Performance in Air Traffic Control, Report SPECDEV-CEN 71-16-14, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., March 1955 (AD 90614).

Пример 29. Wallis D., Samuel J. A., Some Experimental Studies of Radar Operating, *Ergonomics*, 4, (2), 155—168 (1968).

Пример 30. Cusack B. L. et al., The Effect of Number of Search Operators, Reporting Procedures and Load on the Performance of an Airborne CIC System, Report SPECDEV-CEN 279-3-13, Special Devices Center, Port Washington, N. Y., October 1953 (AD 43899).

Пример 31. Sperandio J. C., Variation of Operator's Strategies and Regulating Effects on Work Load, *Ergonomics*, 14 (5), 571—577 (1971).

Пример 32. Kidd J. S. et al., The Effect of Enroute Flow Control on Terminal System Performance: A Study in Human Engineering Aspects of Radar Air Traffic Control, Report 57-663, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1958 (AD 142-096).

Пример 33. Kennedy J. L., The System Approach: Organizational Development, *Hum. Factors*, 4, 25—52 (1962).

Пример 34. Sweetland A., Haythorn W. W., An Analysis of the Decision-Making Functions of a Simulated Air Defense Direction Center, *Behav. Sci.*, 6, 105—116 (1961).

Пример 35. Teichner W. H. et al., Effects of Target Value and the Interaction of Short and Long Term Memories on Human Information Processing, Report I, Contract Nonr 3357 (06), Office of Naval Research, September 1965.

Пример 36. Christ R. E., Teichner W. H., The Effects of Differential Value on the Recall of Realistic Targets, *Hum. Factors*, 9, 273—276 (1967).

Пример 37. Kanarick A. F., Petersen R. C., Effects of Value on the Monitoring of Multi-Channel Displays, *Hum. Factors*, 11, 313—320 (1969).

Пример 38. Alexander L. T., Cooperband A. S., System Training and Research in Team Behavior, Technical Memorandum 2581, System Development Corporation, Santa Monica, Calif., August 1965 (AD 620-606).

Пример 39. Hartman B. O., McKenzie R. E., Systems Operator Proficiency. Effect of Speed Stress on Overload Performance, Report 61—40, School of Aerospace Medicine, Brooks AFB, Texas, June 1961.

Пример 40. Alexander L. T., Cooperband A. S., The Effect of Rule Flexibility on System Adaptation, *Hum. Factors*, 6, 209—220 (1964).

Пример 41. Roby T. B., Research Involving Communication Processes in Task Oriented Groups, Final Report, Tufts University Institute for Psychological Research, ONR Contract Nonr 494 (15), May 1967.

Пример 42. Feallock J. B., Briggs G. E., A Multiman-Machine System Simulation Facility and Related Research on Information-Processing and Decision-Making Tasks, Report AMRL-TDR-63-48, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, (Study 1, 64—83) June 1963 (AD 411-552).

Пример 43. Streufert S. et al., Information Load, Group Organization and Communication Frequency, *Psychonomic Sci.*, 27 (6), 348—350 (1972).

Пример 44. Tickner A. H. et al., Monitoring 16 Television Screens Showing Little Movement, *Ergonomics*, 15 (3), 279—291 (1972).

Пример 45. McKendry J. M., Hurst P. M., Adaptation to Speed Stress in an Immediate Memory Task, *Hum. Factors*, 13, 543—552 (1971).

Пример 46. Monty R. A., Effects of Post-Detection Response Complexity on Subsequent Monitoring Behavior, *Hum. Factors*, 4, 201—207 (1962).

Пример 47. Lanzetta J. T., Roby T. B., Group Learning and Communication as a Function of Task and Structure «demands», *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 55, 121—131 (1957).

Пример 48. Roby T. B., Lanzetta J. T., Conflicting Principles in Man-Machine System Design, *J. Appl. Psychol.*, 41 (3), 170—178 (1957).

Пример 49. Huntley M. S., Task Complexity and Serial Performance Under Steadily Increasing Input Rates, *Hum. Factors*, 14, 65—75 (1972).

Пример 50. Nicholson R. M., Maximum Information-Handling Rates for Sequentially Presented Visual Stimuli, *Hum. Factors*, 4, 65—75 (1962).

Пример 51. Taub H. A., Osborne F. H., Effects of Signal and Stimulus Rates on Vigilance Performance, *J. Appl. Psychol.*, 52, 133—138 (1968).

Пример 52. Moore H. G., The Effects of Load and Accessibility of Information upon Performance of Small Teams, Dissertation, University of Michigan, Ann. Arbor, AFSOR Contract AF 49(638)-449, October 1961 (AD 268-462).

Пример 53. Brown D. W., Fox G. H., The Effect of Observer Redundancy and Task Difficulty on Display Monitoring Efficiency, *J. Psychol.*, 59, 267—274 (1965).

Пример 54. Weisz A. Z., McElroy L. S., Information Processing in a Complex Task under Speed Stress, Report ESD-TDR-64-391, Decision Sciences Laboratory, Electronics Systems Division, Hanscom Field, Bedford, Mass., May 1964.

Пример 55. Streufert S. et al., Some Effects of Discrepancy from Optimal Information Load and Diversity, Princeton University, N. J., Report 2, ONR Contract Nonr 1858 (42), June 1964 (AD 603—178).

Пример 56. Streufert S., Streufert S. C., Information Load, Time Spent and Risk Taking in Complex Decision Making, *Psychonomic Sci.*, 13 (6), 327—328 (1968).

Пример 57. Ringel S. et al., Human Factors Research in a Command Information Processing System, Technical Report 1145, Army Personnel Research Office, Washington, D. C., March 1966 (AD 634—313).

Пример 58. Southard J. F. et al., An Application of Bayes Theorem as a Hypothesis Selection Aid in a Complex Information-Processing System, Report AMRL-TDR-64-51, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, August 1964 (AD 607-256).

Пример 59. Nawrocki L. H., Alphanumeric Versus Graphic Displays in a Problem Solving Task, Technical Research Note 227, U. S. Army Behavior and Systems Research Laboratory, Arlington, Va., September 1972 (AD 748-799),

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАЧ

В данной главе исследуются характеристики, относящиеся к задаче в целом и ее внутренним взаимосвязям. Особое внимание уделяется проблемам трудности, структурирования, сложности, организации и автоматизации, связанным с самим содержанием задачи. Даются выводы, касающиеся общих элементов таксономии и особенностей широкого спектра задач, рассматриваемых в исследованиях поведения человека. Приводятся примеры исследований в области разработки количественных прогностических показателей в соотношении «оборудование — задача».

ВВЕДЕНИЕ

Задача является критическим элементом для оператора и системы, потому что она активизирует, организует и направляет их операции. Выполняемая задача, образно выражаясь, представляет собой моментальный снимок системы в процессе ее работы. Разработка системы по существу выливается в проектирование задачи. Вероятно, поэтому характеристики последней оказывают значительное влияние на деятельность оператора, причем ими могут быть в значительной степени объяснены непостоянство и изменчивость какой бы то ни было деятельности.

К сожалению, нам не достает существенных данных о влияниях задачи. В большинстве экспериментов задача предлагается уже в сформулированном виде, и поскольку ее характеристики остаются постоянными для участвующих в эксперименте групп, то безоговорочно допускается, что влиянием задачи можно пренебречь. Однако хотя характеристики задачи и считаются постоянными, они взаимодействуют с переменными величинами, связанными с проводимым экспериментом, оказывая на них влияние, как правило, неизвестного характера.

Переменные величины задач, рассмотренные в гл. 1 и 2, принимались без каких-либо дополнительных объяснений. В гл. 2 рассматривались стимул (критический элемент задачи) и характеристики стимула (например, количество, скорость, значение). В данной главе, однако, мы рассматриваем характеристики задач с точки зрения их отношения к задаче *в целом*, связям между самими задачами и *взаимоотношениями задач и характеристик оборудования*.

Необходимо провести четкие границы *между содержанием задачи и ее характеристиками*. Когда мы говорим о разных типах задач (например, о наблюдении за дисплеем, представляющим

информацию о запасах, или об аварийной проверке автомобильного двигателя), мы имеем в виду содержание этих задач. Характеристики задач, такие, как трудность или сложность, свойственны всему содержанию задачи в полном его объеме.

Две задачи наблюдения за звуковыми сигналами, хотя и различающиеся по специфическому содержанию (одна — контроль за передаваемой по радио речью, другая — за азбукой Морзе), могут быть одинаково сложными или трудными. С другой стороны, одна и та же задача может иметь разные характеристики, если требования, предъявляемые к скорости или точности, противоречивы. Поэтому обсуждаемые характеристики представляют собой *общие свойства* задач, а не какой-либо специфический тип задачи.

Содержание задачи является более фундаментальным понятием, нежели характеристики, так как оно исходит прежде всего из требований системы и всегда ограничивает характеристики. И все же на более поздней стадии разработки системы (например, в тех случаях, когда желательно охарактеризовать требования подготовки персонала) характеристики задач становятся важными сами по себе.

Классическое определение, данное Миллером [55], все еще справедливо: задача — это «группа отличительных признаков, решений и результативных действий, связанных друг с другом условиями совмещения во времени непосредственной целью и общим результирующим выходом системы «человек — машина». Поэтому элементами задачи являются стимулы, предъявляемые оператору и включающие выполнение задачи, ответную реакцию на эти стимулы (т. е. критерий работы), процедуру осуществления этой реакции (в том числе и оборудование, используемое для выполнения задачи) и цель, организующую все вышеупомянутые элементы в единое целое. Очевидно, что задача есть нечто большее, чем входные сигналы, рассмотренные в гл. 2, но нечто меньшее, чем подсистема или система.

Есть и другие способы определения задачи. Роби и Ланцетта [65] предполагают, что задачу можно представить в виде пространственных параметров множественного типа, причем каждый из них характеризует некоторое условие, относящееся к производительности. Тайхнер и Олсон [78] определяют задачу с точки зрения информационного потока, имеющего место между человеком и машиной, или функциональной деятельности, описывающей способ передачи информации. Эти определения не противоречат определению Миллера, но менее полезны.

Обычное представление задачи как некоего физического процесса, заключающегося в наблюдении за ее выполнением, существенным образом отличается от задачи, представленной

в абстрактной (вербально-дескрипторной) форме, например перечнями вопросов. Последняя из упомянутых выше форм представления не имеет физической сущности и является чисто концептуальной *конструкцией*. Ее отличие от первой формы представления подобно разнице между реальным взрослым человеком и словом «человек». Это отличие очень важно, так как концептуальная форма задачи дает весьма несовершенное представление о действительной работе, что и является причиной многих трудностей.

Например, всеми допускается, что нечто в самой задаче должно содержать ответы на вопросы о том, *чему и как* следует учить оператора, чтобы он мог хорошо выполнить реальную задачу. Но что же такое это «нечто»? Может ли оно наблюдаться в реальном выполнении задачи? Где в задаче заключены приобретаемые в процессе обучения навыки и знания, извлекаемые из нее в процессе решения? Очевидно, что они представляют собой не наблюдаемые явления, а полученные дедуктивным путем соображения, которые могут быть в какой-то степени ошибочными.

Тем не менее, хотя характеристики задач и не существуют в физической форме, все же полезно их учитывать, поскольку с их помощью мы можем получать вполне конкретные результаты работ, критерии отбора персонала, требования к его подготовке и характеристики областей взаимодействия в системе «человек — машина».

Почти все применения задач и использование их характеристик при разработке системы (конструирование, описание, анализ и классификация задач и некоторые аспекты измерения работы) являются в большей степени концептуальными, чем физическими.

Поэтому невозможно понять поведение оператора или системы, если сначала не разобраться в выполняемой задаче, включая ее характеристики.

Определения

В предыдущем разделе задача была определена с помощью ее элементов (например, стимула, процесса, цели). Такое определение полезно при конструировании новой задачи и ее представлении в письменной форме. Однако это определение совсем не помогает нам при выявлении свойств, отличающих одну задачу от другой. Если, например, мы хотим сказать, что задача *X* требует большего объема подготовки персонала, чем задача *Y*, то необходимо говорить о том свойстве (или характеристике) задачи, которое связано с длительностью тренировки. Основные свойства задач приводятся ниже.

Временные отношения

Задачи существуют в течение какого-то времени. Отдельная задача имеет ожидаемую или требуемую *длительность*, которая может повлиять на работу посредством таких переменных величин, как утомление и мотивация оператора (чем продолжительнее задача, тем вероятнее, что у оператора наступит утомление). Однако контекст, в котором выполняется задача (например, в случае ее объединения с другими задачами), может изменить ее продолжительность [59].

Если в течение какого-то времени необходимо выполнить несколько задач, то *последовательность* их выполнения может меняться, хотя и не произвольным образом, поскольку она зависит в основном от требований системы. Порядок выполнения задач может повлиять на взаимосвязи между ними. Последовательность может более или менее точно повторяться (например, 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4 или 4, 3, 2, 2, 1, 3, 4 и т. д.). Если задачи выполняются в регулярной (организованной) последовательности, оператору легче осуществлять необходимые ответные реакции. Например, Монти [60] указывает, что нерегулярные скорости предъявления стимулов разрушительны, поскольку оператор не может предвосхитить появление очередных стимулов. Одновременное выполнение задач часто приводит, как мы видели это в гл. 2, к ухудшению выполнения одной или нескольких задач.

Функционирование

Для выполнения задачи оператор должен инициировать некоторые психологические процессы (функции), обусловленные самой задачей, но недоступные для наблюдения. Функции служат в качестве промежуточных переменных, которые преобразуют требования задачи в работу.

Содержание задачи обычно определяет функцию. Однако один из видов влияний, создаваемых характеристиками задач, может состоять в модификации функциональных требований. Например, если задача организована с учетом распределения ответственностей, операторам может потребоваться общение друг с другом. Из-за централизации функций несхожие задачи легко распределить по категориям в зависимости от основных общих функций (например, контроля, коммуникации, управления). Таксономии большинства задач основаны на их группировке по функциям.

Зависимость

Поскольку выполнению одной задачи обычно сопутствует последовательное или одновременное выполнение других задач, между задачами существуют определенные взаимосвязи. Мы указали в гл. 1, что задача может полностью или частично зависеть или не зависеть от выполнения предыдущей задачи. Для прогнозирования успешного окончания задачи необходимо рассматривать зависимости этих взаимосвязей.

Сложность

Трудно определить понятие «сложности» однозначно из-за множества создающих ее условий. Задача может состоять из разного числа подзадач и элементов, и чем их больше, тем сложнее задача. Задача тогда считается сложной, когда ее можно выполнить различными способами в зависимости от конфигурации входных сигналов системы. Чем больше число возможных ответных реакций (выборов), тем больше количество связей стимул-реакция, тем сложнее задача. Таким образом, сложность задачи тесно связана с неопределенностью системы.

Организация

Организация — это существенная характеристика многооператорной системы, поскольку способ взаимодействия операторов определяет организацию задачи. Влияние организационной структуры может либо упрощать, либо усложнять выполнение задачи. Например, необходимость в координации усложняет задачу.

Разделение

Как указано в гл. 2, задачи можно разделить на подзадачи. Например, в раннем сонарном оборудовании для пеленгования цели требовалось два типа аппаратуры и два оператора, которые должны были согласовывать свои реакции. Новое сонарное оборудование включает все функции в одном аппарате, с которым работает один оператор.

Трудность

Наиболее общая характеристика задач заключается в том, что они могут быть легкими или трудными. Трудность задачи — это особый феномен, связанный сложным образом

с вышеупомянутыми характеристиками и поэтому создающий особые проблемы, которые будут рассмотрены в дальнейшем более подробно.

Критичность

Хотя критичность и не относится к свойствам, присущим задаче, она определяется суждением оператора о важности последней на основе требований и оценок системы. Значение критичности состоит в том, что именно критерием оценки важности задачи, выбираемым самим оператором, определяется объем внимания, уделяемый любой отдельной задаче при мультизадачной обработке. Поскольку критичность не является характеристикой самой задачи, она и не рассматривается в данной главе, хотя мы видим ее влияние на оценку значимости стимула и результат.

Автоматизация

Процесс выполнения задачи может потребовать внедрения различной степени автоматизации и применения ручного труда. Чем меньше необходимость в ручных операциях (и, наоборот, чем больше требуется приборов для выполнения задачи), тем выше автоматизация задачи. С точки зрения разработчика системы, автоматизация, вероятно, становится критической характеристикой задачи, так как его проектные решения связаны в основном с автоматизацией. Степень автоматизации задачи оказывает влияние на многие из ранее рассмотренных характеристик задачи.

Характеристики задачи имеют тесную взаимосвязь. Например, зависимость частично определяет сложность, а сложность в свою очередь приводит к трудности. Такие взаимосвязи затрудняют определение характеристик отдельных задач, в особенности их интерпретацию, учитывающую аспекты проектирования.

Взаимодействующие переменные

Переменные величины, не являющиеся частью самой задачи, тем не менее влияют на ее выполнение.

Контекст системы

Возможно, что характер и размер системы, количество взаимодействий человека с человеком и человека с машиной, а также иерархический уровень системы, на котором выпол-

няются задачи, оказывают влияние на выполнение отдельной задачи. Это влияние может быть и не столь заметным, поскольку названные выше переменные величины только создают окружающую обстановку, в которой выполняются задачи.

Требования системы

Можно также предположить, что требование (назначение) системы влияет на отдельную задачу, устанавливая *критерии* (например, точности, скорости) для ее выполнения. Большой акцент на скорости или точности выходных сигналов приведет к большему количеству менее точных ответных реакций или к меньшему количеству более точных ответных реакций.

Подготовка и опытность

Очевидно, что подготовка персонала и его опыт определяют эффективность выполнения задачи.

Некоторые соображения относительно исследований

Какие вопросы относительно характеристик задач должны быть поставлены в исследовании? Нижеперечисленные соображения помогут дать оценку адекватности литературы, посвященной исследованию задач.

1. Насколько важны такие характеристики задач, как сложность или зависимость для работы оператора или системы по сравнению с содержанием конкретной задачи? Относительно любой отдельной задачи желательно было бы сказать нечто, подобное следующему: функцией (например, визуальным контролем за дисплеем индикации позиционного плана) объясняются до 30% изменений в работе, другими характеристиками задач (например, сложностью) объясняются еще от 20 до 30%, содержанием конкретной задачи (например, параметрами дисплея) объясняются еще 20% изменений, а причины остальных 20% остаются невыясненными. Хотя на данном уровне исследований мы пока не можем делать такие заключения, это должно стать одной из целей исследования.

Любые обобщения и прогнозы, которые можно дать относительно работы оператора, зависят от задачи и ее характеристик. Если выполнение задачи в большей степени определяется ее конкретным содержанием, то экстраполяция выводов исследований становится более трудной.

2. Какие факторы определяют характеристики отдельных задач (например, сложность, структурирование, трудность)? Ответ на этот вопрос требует исследования взаимосвязи между отдельными характеристиками.

3. Каково влияние характеристик отдельной задачи на работу оператора и системы? Устойчивы ли эти влияния? Изменяются ли они как функция подготовки или опыта (как, например, сочетание способностей, облегчающих работу, явно меняется с практикой [35])?

4. Влияют ли некоторые характеристики задач на мотивацию оператора и его отношение к работе? Например, существует ли некоторый уровень трудности задачи, на котором можно было бы предсказать снижение мотиваций оператора, определяющих выполнение работы (например, уровень его стремлений)?

5. Как извлечь из характеристик задачи сведения, касающиеся отбора операторов и их тренировки, а также прогнозирования операционных действий? Этот вопрос весьма важен, так как если специалист по человеческим факторам не сможет получить таких сведений, его вклад в проектирование подсистемы, включающей в себя операторов, будет очень ограничен. Несмотря на наличие справочников, определение требований по отбору и подготовке персонала в значительной степени является сейчас интуитивным процессом.

ТАКСОНОМИИ ЗАДАЧИ

Таксономия — это система классификации. Таксономия задач представляет собой систему классификации поведения, связанного с выполнением задачи. Разработка универсально приемлемой системы классификации считается фундаментальной задачей науки. Без такой классификации ученым в области бихевиоральных наук трудно понимать друг друга.

Хотя таксономия не выдвигает гипотезу для проверки, она указывает переменные величины, которые надо изучить. Общность рассмотренных типов поведения при выполнении задач частично определяет степень допустимого обобщения и применения выводов, сделанных относительно одних задач, к другим задачам. Отсюда и продолжающиеся раздаваться призывы [35, 54] разработать приемлемую таксономию.

Признавая «научную» потребность в таксономии задач, можно все же усомниться, нужна ли она для «практических» целей (для разработок). Ответ должен быть утвердительным — и в этом случае специалист по человеческим факторам нуждается в эталонной концептуальной схеме, поскольку таксономия повлияет на его подход к анализу требований системы и определению задач. Поэтому предмет таксономии задач оправдывает свое обсуждение, хотя все усилия в отношении

таксономии носят прежде всего аналитический, а не эмпирический характер.

Любая таксономия задач основана на концепции поведения, присущего задаче, а также на том, как оно проявляется. Таким образом, таксономия ограничена строгостью нашей концепции. Поскольку поведенческие концепции западных ученых выражены исключительно в описательных терминах, разработанные таксономии задач также определяются вербально.

Следовательно, различия между таксономиями часто оказываются чисто семантическими. Примером этому может служить различие между понятиями «сканирование» и «наблюдение». Хотя различия могут быть весьма тонкими в реальном поведении, выраженном этими двумя понятиями, их очень трудно определить и описать.

Вторым проявлением последствий вербальности является способ, который специалисты в области человеческих факторов используют для анализа задачи. Способ, используемый для разработки инструкций по выполнению задачи, имеет не такое уж удивительное сходство со способом грамматического разбора предложения. Например, задача «перевести переключатель в положение ВКЛ» делится на *оператор* (подлежащее предложения, обычно подразумеваемое) *переводит* (глагол) *переключатель* (дополнение) в *положение ВКЛ* (обстоятельство образа действия). Попытаемся анализировать задачу таким же способом:

Стимул	Реакция	Объект
Оператор/входной сигнал	Слово	Оборудование, запущенное в работу

Для разработки более эффективной таксономии может понадобиться и более радикальный отход от традиционных таксономических методов, что, однако, потребует преодоления вербальных ограничений.

Идея об универсальной приемлемости, подразумеваемая в концепции таксономии, взята из физических и биологических наук; отсюда распространенное мнение о том, что возможен только один тип таксономии. Что касается поведения, то это абсолютно неверно. Возможны альтернативные варианты таксономий, основанные на *цели*, для которой они предназначены, например тренировки [25, 40], отбора [37] и учета требований инженерной психологии при проектировании оборудования [23].

Были также предложены классификации с точки зрения 1) поведения, *наблюдаемого* во время выполнения задачи, 2) поведения, функций или процессов, *предположительно требуемых* для выполнения задачи, 3) *способностей*, которыми должен обладать оператор для выполнения задачи, и 4) *характеристик* задачи, связанных со свойствами стимулов и реакций (например, сложность, трудность).

Хотя желательно заручиться договоренностью со специалистами по человеческим факторам относительно применения конкретного типа таксономии исключительно для данной цели, это будет скорее условная договоренность, а не истинное положение дел. Ни одна поведенческая таксономия не может быть истинной, однако некоторые из них могут быть *полезнее* других. Этим, возможно, объясняется тот факт, что до сих пор ни одна таксономия не принята специалистами по человеческим факторам в качестве универсальной, хотя на одну-две из них наиболее часто даются ссылки в литературе.

Таксономии чаще всего составляются на основе аналитических исследований, однако есть и несколько примеров таксономии эмпирического происхождения. Например, Мейстер и Милле [53] разработали очень грубую таксономию, основанную на дескрипторах, систематизированных по результатам экспериментальных исследований. Таксономии способностей часто получают в результате факторного анализа экспериментальных данных. В каждом случае, однако, эти классификаторные системы используют качественный (т. е. вербальный) подход, основанный на наличии или отсутствии критических атрибутов.

Чаще всего исследователи пытались описать задачи с точки зрения необходимых для их выполнения функций. Большое количество разнообразных описательных определений используются как этикетки для обозначения этих функций (например, решение проблемы, принятие решения).

При сравнении соответствующих таксономий возникает трудноразрешимая проблема, заключающаяся в приравнивании одного вербального выражения другому. Например, смысловое содержание выражений «решение проблемы» и «принятие решения» — одно и то же или нет? Некоторые авторы используют только один из этих терминов, другие рассматривают их как два различных дескриптора, третьи используют эти два термина как взаимозаменяемые, четвертые их объединяют в более широкую категорию «познания». Каким образом соотносить экспериментальные данные, полученные при выполнении задачи, описанной одним термином, с данными, полученными при выполнении задачи, описанной другим термином, хотя и связанным с первым? Очевидно, ответ на этот вопрос должен

быть получен прежде, чем обобщать результирующие данные по конкретным задачам или прогнозировать выполнение новых задач.

Таксономии используют различные уровни описания от самых тонких функций (например, движение указательного пальца) до самых грубых (вираж самолета). При этом всегда подразумевается, что любое молекулярное поведение «охватывается» (поглощается) молярным поведением.

Следовательно, таксономия поведения может быть пригодной для одного уровня работы системы, но непригодной для более высокого или более низкого уровней. Таким образом, используемые многими категории (например, «когнитивный», «моторный», «перцептивный») «слишком общи» для конкретной цели, в то время как другие, находящиеся на молекулярном уровне понятия (например, «переводит переключатель»), «слишком конкретны».

В этой связи описательная фраза, относящаяся к конкретной задаче, может оказаться менее важной, чем идентификация конкретного уровня системы, к которому она относится. Например, может оказаться безразличным, используется ли понятие «принятие решения» или понятие «решение проблемы», если они оба предназначены только для описания очень крупных функций системы и никогда не применяются к детализированным задачам.

Как же выбрать одну-единственную таксономию из всего объема разнообразных таксономий? К сожалению, имеется очень мало экспериментальных исследований, направленных на подтверждение адекватности таксономий, хотя Фаулер и др. [39] попытались проверить показатели оборудования и задачи, а Финли и др. [31] проделали ту же работу с функциональными таксономиями.

Были сделаны и другие попытки продемонстрировать полезность конкретной схемы классификации. Особый интерес в этом отношении представляет собой исследование Левина и др. [50], где по литературным источникам были классифицированы 53 примера, содержащие результаты исследований бдительности, с точки зрения четырех способностей операторов — скорости восприятия, гибкости переключения, выборочного внимания и распределения времени. Для исследований по каждой категории задач среднее значение работы вычислялось на графике как функция времени дежурства. Кривые, соотносящие время дежурства с точностью обнаружения, различались в зависимости от требований задач, предъявляемых к способностям оператора.

Аналогично этому на основании проведенного анализа влияния скорости, способов предъявления и знаний результатов

выполнения задач по исследованию бдительности были найдены различные функциональные отношения, зависящие от способностей оператора, предположительно определяемых требованиями задач. Очевидно, что классификация задач на основе таксономии способностей повышает уровень обобщения, на котором становится возможной интегральная оценка влияния независимых переменных величин на выполнение задач по исследованию бдительности.

Подобные исследования побуждают специалистов в области человеческих факторов продолжать работы в области таксономии. Однако от исследований Левина и др. до использования предлагаемых ими таксономий для целей разработки систем путь еще очень далек.

Фактически единственным полезным выводом, основанным на практическом опыте, является то, что описание задачи на уровне крупных функций (например, использование таких понятий, как контроль, принятие решения) мало помогает при анализе задачи, объяснении эффективности ее выполнения или прогнозировании результатов работы. Функциональным дескрипторам не хватает своего рода чувствительности. Поэтому необходимо использовать параметры поведения, связанные со всеми основными функциями и отражающие характер возможных видоизменений самих функций.

Достижение договоренности относительно какой-либо конкретной классификационной системы в настоящее время представляется маловероятным. И никакая договоренность не подтвердила бы правильности принятой системы. Однако какая-то условная договоренность о системе классификации была бы более полезной, чем существующее многообразие таксономических систем.

Примеры таксономий

Таксономии, описанные в данном разделе и иллюстрирующие результаты исследований специалистов по человеческим факторам, в той или иной степени отличаются друг от друга. Ниже будут описаны сильные и слабые стороны таких отличий. До настоящего времени не было сделано попытки перечислить все таксономии, разработанные в течение ряда лет, по крайней мере с тех пор, как для специалистов по человеческим факторам стало обычным составление своих собственных таксономий в процессе разработки систем. Более того, читатель может заметить сходство между многими классификационными элементами.

Общие таксономии

Берлинер и др. [7]

Хорошо известная таксономия Берлинера и др. представляет собой трехрядную систему (табл. 3.1). Первый уровень («процессы») характеризует функцию общей категории. Уровень функций, относящихся к более узкой категории, определяется термином «действия». Категория «поведение» характеризует задачу. Категории молекулярного уровня извлекаются из категории вышестоящего уровня и описывают последнюю более подробно.

Данная классификация достаточно полно описывает поведение, наблюдаемое при выполнении задачи. Она представляется весьма исчерпывающей и ею легко пользоваться. Однако приведенные в ней термины не однозначны, например термин «инспектирует» требует наблюдения, вследствие чего у аналитика могут возникнуть трудности, если ему потребуется употреблять только одно слово для описания многофункционального поведения.

Многие таксономии основаны на разработке Берлинера или связаны с ней. Например, Алуизи [5] выделил семь базовых функций, характерных для задач СЧМ, — временной контроль, сенсорно-перцептивные, память, коммуникация, интеллектуальные, перцептивно-моторные и процедурные, — которые соответствуют процессам, перечисленным Берлинером.

С другой стороны, Чэмберс [18] опускает промежуточный уровень и переходит непосредственно от крупной функции к задаче. В его таксономии сенсорная функция требует от оператора обнаружения, наблюдения и получения данных. Перцептивная функция требует различения, идентификации, интерпретации и т. д. Для методологий Берлинера и Чэмберса характерно использование функций, относящихся к высоким уровням обобщения, исключительно для группирования категорий задач низшего уровня, подтверждая тем самым, что именно узкие категории чаще и полезнее используются. Для такого типа таксономий нет четких определений категорий. Предполагается, что термины можно различать по их общепринятому использованию. С другой стороны, хотя иногда и представляется возможным дать словесное определение различным типам поведения, однако при описании реально выполняемой задачи трудно установить соответствующую категорию только на основании наблюдения за поведением.

Автором была разработана более подробная функциональная таксономия с множественными связями, специально предназначенная для операций в сложных СЧМ [31]. Эта таксономия необычна, так как она дополнялась таксономией, основанной

Типичные таксономии по Берлинеру и др. [7]

Таблица 3.1

Классификация поведения		
Процессы	Действия	Поведение
Восприятие	Поиск и получение информации	Обнаруживает Инспектирует Наблюдает Читает Получает Сканирует Обозревает
	Опознавание объектов, действий, событий	Различает Опознает Определяет местоположение
Посреднические процессы	Обработка информации	Распределяет по категориям Подсчитывает Кодирует Вычисляет Интерполирует Классифицирует Табулирует Переводит
	Решение проблемы и принятие решения	Анализирует Подсчитывает Выбирает Сравнивает Вычисляет Оценивает Планирует
Коммуникационные процессы		Советует Отвечает Сообщает Направляет Указывает Информирует Инструктирует Запрашивает Передаёт
	Простые дискретные	Активизирует Закрывает Соединяет Разъединяет
Двигательные процессы		Присоединяет Двигается Нажимает Устанавливает
	Сложные непрерывные	Подстраивает Выравнивает Регулирует Синхронизирует Следит

на параметрах задачи. (См. также [9], где приведена таксономия, предназначенная для количественного определения ошибок.)

Миллер [56]

В отличие от вышеприведенной таксономии в табл. 3.2 описаны наиболее общие функции, фактически являющиеся сложными процессами. Применяемые здесь категории могут быть использованы для очень приблизительного описания поведения. Они идентифицируют способности, необходимые для выполнения задачи.

Таблица 3.2

Типичные таксономии по Миллеру [56]

-
1. *Концепция цели*: основываясь на выбранных предпосылках, оператор должен изучить стимулы и ответные реакции и применять их соответствующим образом.
 2. *Функция сканирования*: оператор должен активно искать стимулы, связанные с задачей или возникающие независимо от последней.
 3. *Идентификация релевантных последовательностей функций*: из всех имеющихся стимулов оператор должен выявить наиболее существенные схемы их действия и назвать их.
 4. *Интерпретация последовательностей стимулов*: оператор должен придать «значение» стимулам задачи.
 5. *Кратковременная память*: оператор должен удержать в памяти всю информацию на время выполнения данной задачи.
 6. *Долговременная память*: оператор должен удержать в памяти широкую сеть связей стимулов и ответных реакций в течение длительного периода времени.
 7. *Принятие решения и решение проблемы*: оператор должен уметь применять комплексные методы, соглашения и правила с помощью которых выбираются альтернативные действия.
 8. *Эффективные ответные реакции*: все виды ответных действий оператора, в том числе операции, выполняемые вручную, сообщения.
-

Миллер [57]

Более поздняя таксономия Миллера (табл. 3.3) основана, по крайней мере частично, на концепции, согласно которой проводится аналогия между человеческой деятельностью и процессами в ЭВМ (например, кратковременным хранением, буферизацией). Наблюдается очевидное сходство между таксономиями, представленными в табл. 3.2 и 3.3. Например, «кратковременное хранение» в табл. 3.3 соотносится с «кратковременным запоминанием» в табл. 3.2. Но и здесь мы имеем дело с относительно грубым определением функций.

Таблица 3.8

Типичные таксономии задач по Миллеру [57]

Термин	Упрощенное описание ¹⁾
Сообщение	Набор символов, переданных как осмысленное утверждение
Отбор входных сигналов	Выбор сигналов, на которые позже следует обратить внимание
Фильтрация	Отсевание ненужного
Очередность использования канала	Определить очередность использования каналов
Обнаружение	Есть ли здесь что-нибудь?
Поиск	Поиск чего-либо
Идентификация	Что это такое и как называется?
Кодирование	Преобразование из одной формы в другую
Интерпретация	Что это означает?
Распределение по категориям	Определить и назвать группу объектов
Передача	Переместить что-либо из одного места в другое
Хранение	Сохранять что-либо для последующего использования
Кратковременное хранение (буфер)	Держать что-либо временно
Счет	Следить за тем, сколько объектов имеется в наличии
Вычисление	Дать логический или математический ответ на поставленную задачу
Решение или выбор	Выбор ответной реакции для данной ситуации
Планирование	Временное согласование ресурсов с ожидаемыми результатами
Испытание	Является ли результат испытаний ожидаемым?
Управление	Изменить действие в соответствии с планом
Редактирование	Организовать или скорректировать предметы в соответствии с заданными правилами.
Визуальное предъявление	Показать что-либо осмысленное
Адаптация или обучение	Запомнить новые ответные реакции на повторную ситуацию
Очищение	Освободиться от ненужных предметов
Настройка	Подготовиться к выполнению другого действия
Представление о цели	Картина хорошо выполненной задачи

¹⁾ Подробные определения и описания представленных в таблице функций приведены в [58].

Тайхнер и Флейшман [77]

Подход Тайхнера и Флейшмана, основанный частично на концепциях электрических сетей, включает следующие основные функциональные категории: поиск (ориентация рецептора или поиск сигнала), переключение (дискретные реакции), кодирование (в грубом приближении эквивалентное познавательной деятельности), слежение и сложные задачи, представляющие собой сочетания предшествующих категорий.

Стайнер [75]

Таксономия Стайнера (табл. 3.4) описывает различные типы, а не отдельные функции или характеристики задач. Основной акцент делается на многооператорные задачи и способы объединения индивидуальных возможностей членов группы.

Таблица 3.4

Типичные таксономии по Стайнеру [75]

Задачи	Описание
Целостные	Не допускают эффективного разделения на подзадачи и выполняются последовательно двумя или более операторами
Делимые	Допускают разделение работы между несколькими операторами
Максимизирующие	Успешное решение задачи связано с максимизацией объема или скорости выполнения каких-либо работ
Оптимизирующие	Успешное решение задачи связано с тем, насколько близко результаты работы индивида или группы индивидов приближаются к наперед заданному «лучшему» или правильному значению
Разъединяющие	При разъединяющей задаче потенциальная продуктивность группы определяется возможностями наиболее компетентного члена группы
Соединяющие	Успешное решение задачи определяется работой наименее компетентного члена группы
Дополняющие	Успешное решение задачи зависит от суммы индивидуальных усилий членов группы
Дискретные	Позволяют членам группы при выполнении работы объединять по их желанию индивидуальные действия

Специфические таксономии

Вместо разработки всеобъемлющей таксономии можно создать таксономию для специфической функции, например коммуникации или принятия решения. Такого рода таксономии могут быть созданы для конкретных ситуаций, возникающих в

системе. Например, Крумм и Фарина [47] разработали ряд коммуникационных категорий, основанных на анализе смыслового содержания функций экипажа, состоящего из четырех пилотов. При этом члены экипажа запрашивают или предоставляют информацию, предлагают помощь или отдают приказы, формально или нерелевантными замечаниями выражают согласие с приказами и подтверждают получение сообщения. Зигель и Федерман [72] разработали значительно более сложную таксономию на базе факторного анализа, а Сидорски [70] разработал таксономию для принятия тактических решений.

Преимущество таксономии для одной-единственной функции перед общей таксономией заключается в том, что она гораздо лучше характеризует ситуацию, для которой она была составлена. Однако такой таксономии могут быть свойственные ограничения: таксономия, описывающая коммуникации в системе X , не может в равной мере охарактеризовать коммуникации в системе Y . В общем наибольшую пользу для разработчика системы представляют те таксономии, которые наиболее конкретны и характеризуют уже наблюдавшиеся задачи. Абстрактные таксономии имеют теоретическую и в меньшей степени практическую ценность.

Выводы

В следующих разделах будут рассмотрены такие проблемы:

1. Типы исследовательских задач и методология.
2. Трудность задачи.
3. Структурирование задачи.
4. Сложность задачи.
5. Организация задачи.
6. Автоматизация.
7. Отношения «оборудование — задача».

ТИПЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ И МЕТОДОЛОГИЯ

Необходимо описать типы задач, используемые в экспериментах, поскольку выводы, полученные на основании изучения литературы по вопросам поведения, не всегда правомерны и в значительной степени зависят от уровня описания этих задач.

Если влияние задачи на работу велико, то для обобщения сделанных выводов результаты исследований одной-единственной задачи должны быть повторно получены и при решении других задач.

Важным критерием эффективности принципов исследования человеческих факторов является их обобщенный характер.

Может показаться, что две формы обобщения, применяемые 1) относительно конкретной операционной системы и задачи и 2) относительно задач и ситуаций вообще, противопоставляются друг другу. Такое представление связано с тем, что чем теснее какой-то вывод связан со специфической операционной системой, тем, казалось бы, в меньшей степени он может относиться к другим ситуациям.

Наилучшее обобщение, касающееся операционной системы, достигается при изучении задач, выполняемых в операционной среде для сбора данных. Однако отсутствие каких-либо контролируемых способов исследования зачастую вынуждает специалистов в области человеческих факторов обращаться к менее реалистическим условиям эксперимента. Рассматривая основные характеристики на некотором уровне абстракции, можно осуществить постановку задач, имитирующих в большей или меньшей степени операционную ситуацию. Но и такой подход для обеспечения приемлемой точности имитации задачи должен учитывать реальные условия. Интуитивно представляется, что чем выше уровень абстракции, тем легче применить выводы, полученные при изучении задачи. Если задача становится более абстрактной, то допустимы и обобщения, касающиеся ряда дополнительных ситуаций. Однако сказать что-либо конкретное относительно последних становится еще труднее. Определяя характеристики задач, исследователь постоянно вынужден идти на компромиссы. Однако на практике выбор задач, как правило, определяется интересом к их функциональным особенностям, а не пригодностью для обобщений.

В этой книге рассмотрены десять основных исследовательских задач, которые перечислены ниже.

1. Задачи, извлеченные из исследований «малых групп» и сконструированные главным образом для выявления влияний групповых (социальных) взаимодействий на работу.

2. Задачи, разработанные для изучения коммуникационных схем.

3. Задачи, предназначенные для исследования влияний на работу процессов, связанных с увеличением численности команды.

4. Задачи бдительности, подобные задачам, имеющим место при обслуживании радиолокационного оборудования и сонаров.

5. Перцептивные задачи.

6. Психомоторные задачи (например, слежение).

7. Задачи, связанные с временем реакции (ВР).

8. Задачи, аналогичные задачам, которые возникают в системах военного и гражданского назначения, например в системах противовоздушной обороны и управления движением воздушного транспорта.

9. Задачи вероятностных заключений и принятий решений (первые — это чисто познавательные задачи, отличающиеся некоторой абстрактностью, вторые часто моделируют военные командно-контрольные ситуации).

10. Операционные задачи (т. е. задачи, изучаемые в операционной среде, где они обычно и выполняются).

Эти задачи различаются по трем категориям: абстрактные — реалистические, простые — сложные, индивидуальные — групповые. Операционные задачи весьма реалистичны, задачи малых групп и вероятностных заключений чаще бывают абстрактными. Задачи, связанные с временем ответной реакции, требуют выполнения относительно простых функций, а принятие решения — сложных. И любая из этих задач может описываться как индивидуальную, так и групповую работу.

Специалисты в области человеческих факторов при проведении экспериментов предполагают, что испытуемые хотя и незнакомы с задачей, но все-таки обладают некоторым опытом. Поэтому особое внимание в исследованиях обращено на быстроту или точность адаптации персонала к условиям задачи. Недостаток такой процедуры исследований состоит в том, что полученные данные и принципы характеризуют относительно несведущих лиц, а не опытных операторов.

Примеры исследований

Ниже приводятся примеры крупных классов задач, использованных в исследованиях поведения. Мы намерены проиллюстрировать условия различных задач и создать тем самым основу для обсуждения вопросов в последующих разделах данной главы. Здесь будут перечислены только основные характеристики задач.

Групповые (социальные) задачи

Групповые задачи выявляются, как правило, при обследовании «малых групп» [52]. В качестве переменных в этих исследованиях выступают обычно социальные факторы. Было разработано три типа задач: а) творческие задачи, требующие генерирования идей, например перечисления всех возможных методов решения трудностей общения людей, б) задачи переговоров и обсуждений, требующие оценки «обстоятельства» или спорного вопроса и достижения согласованного решения, и в) задачи решения проблем, требующие обобщения информации и конкретизации плана действий.

Взаимодействие в системе «человек — машина» представляет мало интереса для исследователей малых групп, поэтому они не видят необходимости в воссоздании задач реальной действительности. Примером рассматриваемых ими задач может служить исследование проблемы перевозки трех супружеских пар через реку на одной трехместной лодке при непереносимом условии: жена никогда не должна оставаться с другим мужчиной без мужа. Или другая задача — разгадывание кроссвордов различными способами двумя группами, состоящими из двух человек. Популярная игра «20 вопросов» является еще одним таким примером.

Многооператорная система имеет социальный контекст, представляющий собой лишь побочный продукт процесса организации системы, который, однако, может оказаться весьма важным с точки зрения его потенциального влияния на результаты работы системы. Таким образом, некоторые задачи, используемые в исследованиях малых групп, могут напоминать определенные ситуации многооператорных систем. Однако вследствие абстрактного уровня исследования задачи малых групп с трудом поддаются обобщению применительно к системе «человек — машина».

Поскольку специалисты в области человеческих факторов формулируют задачи исходя из реально существующих ситуаций, то им не удалось провести сколько-нибудь значительных исследований специфического влияния на работу задач как таковых. Тогда как исследователи малых групп, разрабатывая свои собственные задачи с самого начала, выполнили ряд сравнительных исследований, для которых в качестве основной переменной величины рассматривался тип задачи. В большинстве случаев благодаря именно этим исследованиям было найдено, что различия в задачах ведут к различным результатам работы [16, 17, 28, 67]. Влияние этих различий на работу проиллюстрировано в следующих примерах.

Пример 60. В этом исследовании изучалось влияние трудности и типа задачи на групповое взаимодействие в случае продуктивных (творческих) задач, дискуссий и задач, связанных с решением проблем. 108 серий пятнадцатиминутных задач (по 12 для каждой комбинации задачи и трудности) включали те из них, которые допускали несколько вариантов решений. Каждая задача требовала письменного группового ответа произвольно выбираемых групп из трех человек.

Различия между тремя типами задач не оказывали заметного влияния на деятельность группы. Однако отдельные характеристики задач в значительной степени выделяли работу любой из групп и воздействовали примерно на 60% объема их деятельности. Например, они создавали основные различия в

структурировании проблемы, а также при ответе или формулировке решения. Продуктивные и дискуссионные задачи в этом отношении почти не имели сходства. Предполагаемая трудность задачи оказывала относительно небольшое влияние на процесс группового взаимодействия.

Пример 61. Те же самые переменные (тип и трудность задачи) и те же самые типы задач и процессов основательно изучались также и в последующем исследовании, являющемся продолжением предыдущего примера. Как и в примере 60, тип задачи определял до 50% изменений результатов работы группы. В этом исследовании трудность задачи умеренно влияла на характеристики продукта труда.

Задачи коммуникационных систем

Имеется обширная литература, посвященная изучению коммуникационных процессов и структур в системах «человек — машина» [41, 68.] В этих исследованиях рассматривались задачи, связанные с решением проблем. При этом для всех задач аспект изучения состоял в следующем. Распределение информации среди членов группы, имеющей конкретную структуру, продолжалось до тех пор, пока каждый член группы не получал уникальную информацию, переданную остальным членам группы, или до того момента, когда хотя бы одному из членов группы удавалось распознать общие элементы информации. Типичным примером может служить арифметическая задача, требующая для своего решения 12 элементов информации.

В наши дни такие исследования выполняются редко. Однако следует отметить, что переменная величина, к которой специалисты проявляют интерес, во многих случаях представляла собой эффективность конкретной схемы, физически реализованной в виде небольших комнат-боксов, соединявшихся перегородками со щелевыми отверстиями. Члены группы общались друг с другом, записывая сообщения на картах и передавая последние через упомянутые отверстия. Закрывая соответствующие щелевые отверстия, можно было создавать различные виды коммуникационных сетей, например радиальные или круговые системы (рис. 3.1).

Рассмотренная модель правильно имитировала структурные характеристики реальных систем. Однако многие факторы, влияющие на фактическую коммуникацию, были настолько абстрагированы, что выводы, полученные в результате исследований на этой модели, оказались практически неприменимыми к коммуникациям в системе «человек — машина».

Задачи пополнения состава команды

Глейзер и его коллеги [46], изучавшие роль пополнения состава при групповых операциях, создали специфическую задачу для своего исследования.

Два члена команды («диспетчеры») выбирали время ответной реакции, нажимая на клавишу в течение двух или четырех секунд (в зависимости от типа визуального входного сигнала), в то время как третий член команды («оператор») наблюдал за длительностью этих реакций, на которую указывали лампочки, включавшиеся при нажатии на клавиши диспетчерами. Если оператору казалось, что его ответные реакции правильны, он нажимал на клавишу в течение четырех секунд, в противном случае — две секунды. При параллельной работе операторов

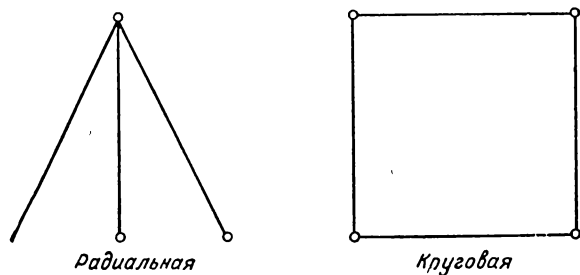


Рис. 3.1. Виды коммуникационных сетей.

правильные ответные реакции всех трех членов команды приводили к увеличению некоего группового показателя, регистрируемого счетчиком (а также световыми и звуковыми сигналами), который могла видеть вся команда. В случае разъединенной работы команды за правильной ответной реакцией одного или двух диспетчеров следовала правильная ответная реакция оператора, сказывавшаяся на групповом показателе.

Экспериментальный пример, использованный в семи исследованиях, заключался в индивидуальной тренировке каждого из трех испытуемых (из которых затем составлялась команда) до тех пор, пока они не приобретали заданного уровня опытности (0,63 или выше). После этого их объединяли в команду, назначали им функции диспетчеров или операторов и начинали тренировать диспетчеров по соответствующей «схеме» (могли быть предложены две схемы загорания ламп, связанные с двухсекундным нажимом клавиши, две — с четырехсекундным). Как только диспетчеры приобретали необходимый опыт, переходили к тренировке всей команды, при этом ответные реакции диспетчеров являлись входными сигналами для оператора.

Тем не менее эта абстрактная задача содержала основные элементы операций реальной действительности, используемые командами. Например, критический момент исследования заключался в распределении ответных реакций во времени. Не использовался принцип генерации ответных реакций «все» или «ни одной», который часто применяется в абстрактных лабораторных задачах. Диспетчеры действительно обрабатывали информацию, хотя и достаточно простыми способами. Прежде чем генерировать свои собственные ответные реакции, оператор должен был дать оценку точности выходных сигналов диспетчеров, что характерно для функции, присущей задачам наблюдения.

Задачи бдительности

Задачи бдительности в реальной действительности чаще всего выполняются оператором сонаров или радиолокационного оборудования. Как правило, стимулы лишь не намного превышают пороговое значение, частота предъявления стимулов заранее не может прогнозироваться, а функция оператора состоит в обнаружении критического (т. е. имеющего отклонения от нормального) стимула и определении его значимости (например, так, как это имеет место при определении различия между подводной лодкой и другим судном).

Хорошо известный экспериментальный аналог такой задачи — «тест с часами» — разработан Маквортом [51]. В соответствии с предъявленным тестом испытуемый должен обнаружить чрезмерный скачок стрелки, движущейся непрерывно.

В других вариантах задачи требовалось контролировать движение стрелки одного или более вольтметров, а также загорание нескольких ламп, для которых критический сигнал заключался в более интенсивном свечении одной из них. Адамс и др. (пример 8) использовали аналогичную ситуацию контроля, основанную на модели системы противовоздушной обороны. Стимулы здесь, однако, значительно превышали пороговое значение.

Ситуации бдительности могут меняться от очень абстрактных (например, «тест с часами») до весьма реалистичных, как это имело место при имитации системы противовоздушной обороны (пример 17).

Литература по вопросу бдительности весьма обширна, так как эта задача вызвала большой практический интерес. Обзор сведений по вопросам бдительности дается Дэвисом и Тьюном [27]. Не совсем понятна причина столь большого интереса к данному вопросу, однако ясно, что поведение человека в условиях бдительности присуще многим системам, как военным, так

и гражданским, и к тому же эту задачу чрезвычайно легко воспроизвести в лабораторных условиях. Тем не менее исследования бдительности в условиях лаборатории весьма специфичны, а полученные при этом выводы не всегда можно обобщить применительно к другим ситуациям.

Перцептивные задачи

Задачи, требующие анализа визуальных стимулов, широко использовались в исследовании основных психологических процессов, таких, как кратковременная память, или при изучении таких переменных, как время предъявления стимула или интервал между стимулами (при этом иногда использовались и звуковые стимулы). Стимулы (символы, алфавитно-цифровые знаки, фигуры) предъявляются в течение короткого периода времени, а испытуемый должен выполнить несколько функций, например подсчет, корректировку или узнавание стимулов. Упомянутые задачи часто бывают аналогами ситуаций обработки информации, имеющих место в реальной действительности. Если используются не слишком абстрактные описания, а роль исследуемых переменных достаточно хорошо просматривается, такие задачи в той или иной степени применимы к реальным системам.

Задачи слежения

Задачи слежения, как преследования, так и компенсаторного типа, знакомы почти каждому человеку. Подробное описание и обзор литературы по данному вопросу выходят за рамки этой книги, но читатель, проявляющий особый интерес к этой теме, может обратиться к книге Поултона [64]. Очевидно, по тем же причинам, что и в случае бдительности, слежение является излюбленной экспериментальной ситуацией. Однако важно помнить, что поскольку задача слежения непрерывна и делает основной акцент на психомоторное поведение, то и выводы, полученные при выполнении такого типа задач, *могут оказаться* некорректными для дискретных и познавательных задач.

Задачи на время ответной реакции

Как задачи слежения, так и задачи на время ответной реакции (ВР) в подробном объяснении не нуждаются. Их отличительная черта — измерение времени ответной реакции оператора на предъявление стимула. Исторически это одна из самых старых психологических задач, предложенная еще Гельмгольцем

в 1850 г. и допускающая исследование, возможно, на одном из наиболее молекулярных уровней. Ее можно усложнить за счет дополнительного выбора стимула. Обобщение выводов, полученных на основе задач подобного типа, применительно к более сложной деятельности следует делать очень осторожно.

Аналоги систем

Вместе с операционными задачами лучше всего к реальным системам применимы аналоги систем (по крайней мере для исследования самых общих характеристик). Парсонс [63] дает самое исчерпывающее описание военных исследований, выполненных с помощью таких задач за 25 лет (примерно за период с 1940 по 1965 г.). К сожалению, многие из приводимых им примеров не отражены в литературных источниках из-за того, что ранние этапы исследований относились к разряду секретных. Аналоги систем представляют собой варианты реальных систем и их функциональных процессов. Главные бихевиористские характеристики развитых систем следующие:

1. Системы управляются ЭВМ или по крайней мере в них предусмотрено использование ЭВМ для обработки данных, обеспечивающее помощь оператору. Обычно оператор вводит данные и команды в компьютер, который затем их обрабатывает и предъявляет результаты обработки на дисплей оператору. На основе предъявленной информации последний выдает компьютеру необходимые команды.
2. Системы часто работают, используя, последовательно или одновременно, несколько альтернативных методов.
3. Операции в системах, как правило, выполняются командой, состоящей из нескольких операторов со специфическими функциями и руководителя.
4. Количество операторов в системе может меняться, а численность команды и распределение операторов по специальностям зависят от выбранного метода работы системы.
5. Операции в системе могут потребовать по крайней мере двух уровней обработки информации. Информация с индивидуальных рабочих мест направляется на центральную командную позицию и предъявляется там на дисплее.
6. Функции отдельных операторов взаимосвязаны. Таким образом, действия, предпринимаемые первым оператором, могут повлиять на действия второго оператора и т. д.
7. В системе может быть использовано несколько методов ввода данных и предъявления информации на дисплее, а также разнообразная символика. Коммуникации могут осуществляться разными средствами.

Имитирующие системы теоретически должны обладать следующими особенностями:

1. Разнообразные виды доступа к информации (распределяемой или собираемой).
2. Способность объединять или распределять функции системы.
3. Способность изменять численность персонала, обслуживающего систему, или его организацию в системе.
4. Разнообразные методы ввода данных и генерации ответных реакций.
5. Гибкость использования компьютера.
6. Возможность работы с оборудованием в различных интерактивных режимах.

Исследования, учитывающие вышеперечисленные характеристики, часто используются при изучении групповых операций. Некоторые лучшие работы по групповой динамике были выполнены Ланцетта и Роби [48, 49], которые использовали аналог работы пилотов в самолете.

В задаче использовались экипаж из трех человек, шесть входных дисплеев (индикаторы скорости, давления в трубопроводах и т. п.) и шесть переключателей. Каждый человек имел операционную карту для определения действий, которые он должен был выполнять при поступлении входных сигналов. Задачи требовали довольно сложной обработки информации членами экипажа, а в некоторых экспериментах также и неоднократной передачи информации от одной позиции к другой.

В исследовании Хоррокса и его сотрудников [43] участвовала команда из шести человек, работа которых состояла в переводе закодированных входных сигналов на английский язык. Входное сообщение передавалось «определителю» маршрута, который решал, кому первому из двух дешифровальщиков направить для обработки часть входной информации. После того как оба дешифровальщика заканчивали большую часть работы, их выходные данные передавались оценщику, завершавшему перевод данных, если это было необходимо. Далее выходные данные передавались двум интеграторам, которые совместно пытались собрать отдельные элементы в осмысленную фразу.

Блестящая серия исследований, выполненная в основном учеными Университета шт. Огайо [4, 12, 45], была направлена на изучение систем управления движением воздушного транспорта. В исследованиях Кидда четыре оператора совместно отвечали за выбор направления заходящего самолета в имитированной пограничной зоне системы (76 км) в один из входов наземной системы коммуникаций, обеспечивая минимальное

время полета и потребления топлива. В задаче Александра и Купербэнда участвовали команды из шести человек и воспроизводилась пограничная зона аэропорта в Сан-Франциско. Во всех случаях применялись высокоточные дисплеи (имитирующие индикаторы плана позиции — РРІ), а коммуникационные процедуры были аналогичны тем, что использовались в операционных ситуациях.

Другие системные аналоги использовались для имитации операций противовоздушной обороны. Александер [3] изучал деятельность команды из 13, а Чэпман [21] — из 30—40 человек. В некоторых случаях сама операционная система использовалась в качестве объекта экспериментального изучения (см., например, [66]).

В исследованиях Бригса и Нейлора [13] и Бригса и Джонстона [10, 11] команды из двух и трех человек работали как перехватчики самолетов в имитированной системе противовоздушной обороны в военных условиях. Команды следили за имитированными показаниями радиолокаторов на дисплеях индикации позиционного плана (РРІ) и, работая в реальном масштабе времени, пытались направить самолет-перехватчик в район самолета-цели. Команды передавали пилотам словесные указания о направлении и скорости имитированных самолетов-перехватчиков (а ассистенты вводили информацию с пультов генератора сигналов и имитировали возвращение перехватчиков на дисплеи индикации позиционного плана).

К более сложным и реальным имитационным моделям относятся достойные внимания исследования, описанные в примере 42. Здесь система была построена из ЭВМ моделей 7090 и 1401 фирмы IBM, дисплеев, замкнутой телевизионной сети, телефонов и оборудования, управляющего звуковыми сигналами. В этих исследованиях команда из восьми человек пользовалась отчетами о результатах имитированной воздушной разведки (описаниями оружия, транспорта и т. д. на территории противника) для оценки угрозы действий противника. Подобные исследования наилучшим образом согласуются с критериями исследований систем, описанными в предисловии. В частности, они воссоздают (или пытаются воспроизвести) иерархические уровни подсистем, столь характерные для многооператорных систем.

Одним из наиболее важных аспектов задач, имитирующих реальные системы, является возможность использования выходных параметров систем (например, количества уничтоженного оружия и потребленного топлива) в качестве дескрипторов работы системы, а также и более традиционных параметров, относящихся к отдельным операторам, например времени ответной реакции и точности. Это позволяет исследовать кардинальный вопрос о том, как работа отдельного оператора или группы

влияет на результирующие показатели всей системы. Абстрактные искусственные задачи такой возможности представить не могут.

Задачи вероятностных выводов и принятия решений

Задачи вероятностных выводов имеют свои отличительные признаки. Во-первых, испытуемый должен использовать информацию о нескольких переменных для прогнозирования состояния или величины критической переменной. В этом отношении такие задачи напоминают исследования по формированию концепций. Во-вторых, такие термины, как стимул, ответная реакция и сигналы усиления, могут определять одни и те же процессы или явления в зависимости от контекста описываемой системы и поэтому не могут быть использованы для категоризации последних. И, наконец, в-третьих, испытуемый должен принимать вероятностные выводы, основанные на частоте (вероятности) появления ожидаемых событий. Перечисленные выше признаки присущи и реальной действительности. И все-таки, поскольку постановка многих задач, связанных с вероятностными выводами, носит весьма абстрактный характер, результаты соответствующих исследований должны иметь на практике ограниченную сферу применения.

Конечно, вероятностный вывод необходим в реальных системах принятия решения, задачи которых можно воспроизвести в аналоговой форме. Прекрасным примером этого является работа Сидорски и его коллег [70]. Они создали ситуацию с двумя операторами, рабочие места которых были оборудованы двухкоординатными дисплеями. На экранах была представлена плоскость с осями X и Y , куда проецировалась движущаяся точка (морская цель) в течение очередного эксперимента. С каждой стороны пульта была панель цифровой индикации, на которой с шагом, равным 10%, указывалась величина вероятности успешных действий в данный момент времени «своего корабля» и «противника» по мере развития тактической ситуации. Соревновавшиеся друг с другом испытуемые должны были принимать решение о наиболее подходящем времени использования своего оружия.

Операционные задачи

По-видимому, целесообразно было бы иметь данные о задачах, выполняемых в условиях реальной действительности. К сожалению, как указывают в своем обзоре Кристенсен и Миллс [22], «очень мало полезных сведений о деятельности человека было собрано в полевых условиях при выполнении реальных операций». Авторы вынуждены были «прибегнуть к данным отчетов, касающихся моделирования и результатов испытаний

систем», для того чтобы сформулировать свои выводы. Еще один недостаток заключался в том, что «была выявлена слабая согласованность результатов проведенных исследований».

Наблюдения за операционными задачами могут быть почти сразу же применены (как и следовало ожидать) к операционным проблемам. Они менее полезны для разработки обобщенных принципов, чем задачи аналогов систем, поскольку трудно обеспечить достаточно полный контроль условий наблюдения и как следствие сбор необходимых данных. Хотя при выполнении реальных операций [30] и допускается манипулирование переменными величинами, все же имеет место снижение уровня контроля из-за непредусмотренного влияния таких факторов, как срыв или изменение графика испытаний.

Более того, операционные эксперименты часто бывают весьма дорогими, как это показало исследование Файнберга, имитирующее сражение с участием вертолетов в непосредственной близости от земли. Стоимость работы одного испытуемого в течение двенадцати трехчасовых полетов оценивалась примерно в 3600 долл., не считая зарплаты персонала, обслуживающего испытание, и испытуемых пилотов. При этом общая продолжительность летных испытаний составляла не менее шести рабочих дней.

Подводя итог сказанному, следует отметить, что для проверки своей гипотезы ученый должен выбирать не более двух задач. Практически невозможно проверить все задачи, что приводит нас к обсуждению вопроса о степени представительности выбранных задач. По существу это философский вопрос, поскольку критерии представительности зависят от собственного «мировоззрения» исследователя и не могут быть подтверждены эмпирическим путем.

Выбор любой задачи должен основываться на модели, применяемой исследователем, для которой задача «типична» или «наиболее важна», «наиболее интересна» или, что более характерно, задача позволяет отобрать переменные величины, легче всего проверяемые в испытаниях.

Поскольку характер выбранной задачи может отрицательно повлиять на обобщение полученных данных, исследователь должен хорошо понимать, к чему приведет его выбор, и в этом случае может оказаться полезной таксономия задач, составленная исходя из необходимости обобщения данных.

ТРУДНОСТЬ ЗАДАЧИ

Выводы. Определение трудности, связанной с другими характеристиками задачи и содержащей как объективные, так и субъективные компоненты, представляет собой серьезную проблему.

Влияние трудности задачи обычно проявляется в снижении эффективности работы по сравнению с выполнением более «легкой» задачи. Оценка трудности задачи часто изменяется в зависимости от применяемого параметра.

Примеры исследований

Наиболее сложная характеристика задачи — это трудность, которая определяется, если это вообще представляется возможным сделать, взаимосвязями и влияниями других характеристик задач. Трудность может и не быть самостоятельным параметром, а представлять собой субъективное восприятие любой характеристики задачи, оказывающей отрицательное влияние на работу. Но и в этом случае трудность является фундаментальным аспектом поведения оператора. Будучи субъективным ощущением, она может влиять на работу, вызывая изменения в критериях решения, степени предсказуемости и, возможно, объеме усилий, приложенных оператором.

Трудность — это характеристика, которую нелегко определить, о чем само за себя говорит ее смысловое значение. Любое или несколько из приводимых ниже определений могут оказаться правильными. Трудность задачи может быть выражена как:

1. *Умозаключение* экспериментатора, выносимое на основании различий в работе оператора при выполнении разнообразных задач. Если результат выполнения одной задачи значительно хуже результата выполнения другой задачи, первая считается более трудной.

2. Некоторое *свойство* задачи, требующее от оператора больших физических или психологических усилий. Следует отметить некоторое сходство данного определения с одним из определений рабочей нагрузки (гл. 2). Именно это свойство и стремится выявить специалист по человеческим факторам путем анализа и проектирования работы оператора.

3. *Ощущение* оператора (усилия при выполнении задачи) и (или) *оценка* задачи, обусловленная уже испытанным успешным решением или неудачей и требуемым или затраченным усилием.

Фактически понятие трудности может объединять все три аспекта. Некоторые факторы сразу же становятся очевидными из приводимых ниже определений.

1. Трудность имеет как объективный, так и субъективный элементы, и это единственная характеристика задачи, обладающая таким свойством. Более молекулярные характеристики

задачи, такие, как входная скорость, могут не *восприниматься* операторами как таковые. Наоборот, их влияние может быть трансформировано в суждение о трудности задачи. То же самое относится и к рабочей нагрузке, с которой трудность задачи тесно связана.

Трудность может оказаться как следствием *объективного* влияния предшествующих характеристик задач, так и *субъективным* восприятием оператора самого влияния этих характеристик.

Пусть, например, экспериментатор изменяет входную скорость с одного стимула за каждые 5 с до двух стимулов за 5 с. Повышение входной скорости влияет на работу оператора. Кроме того, если он сам осознает, например, необходимость увеличения прилагаемого усилия, он может изменить свое рабочее усилие или свою стратегию. В этом свете трудность становится характеристикой высшего уровня, создаваемой в результате влияния характеристик более низкого уровня, таких, как входная скорость.

2. Поскольку трудность представляет собой характеристику высшего уровня, она должна быть разложена на составляющие части для определения вызывающих ее молекулярных факторов.

3. Трудность можно определить только путем сравнений. Хотя мы можем сформулировать понятие трудности в абсолютных терминах (что, однако, нелегко), в реальной действительности невозможно изучить одну задачу и сказать, что она легкая или трудная, не соотнося ее явно или неявно с каким-либо стандартом.

К сожалению, лишь немногие экспериментальные исследования проводились для изучения трудностей как таковых. Легче найти исследования численности, длин последовательности, согласованности и других молекулярных факторов, для которых трудность является непонятной переменной скрытого характера, прячущейся в дремучем лесу разных концепций.

Одна из причин малочисленности исследований трудности задач состоит в том, что такие исследования могут казаться бесцельными, поскольку «все известно», что работа изменяется обратно пропорционально трудности. И все же мы почти ничего не знаем о составных элементах трудности. Те немногие из имеющихся исследований почти ничего не прибавляют к общепринятому взгляду на трудность задачи, лишь подтверждая его. А простая демонстрация того, что трудность снижает эффективность работы, слишком тривиальна.

Трудность присуща каждой экспериментальной задаче, но она часто игнорируется экспериментатором. Трудность, которую

нельзя измерить или взвесить, может исказить выходные результаты работы оператора, а это также не учитывается. С другой стороны, каким образом можно изучить такую сложную переменную величину? Допустимо ли умозаключение: поскольку «трудность» не поддается определению, то и подобного феномена не существует? Но тогда почему же никто не может удержаться от использования этого термина?

С практической точки зрения определение факторов, ведущих к трудности задачи, является критическим моментом для проектирования систем и подготовки персонала. Каждый допускает, что трудность «приводит» к ошибке, даже если мы лишь теоретически подходим к вопросу механизмов ошибок [74]. Поэтому мы стремимся найти ключ к разгадке того, как «облегчить» выполнение задачи, снизив тем самым возможность ошибок.

Необходимость определения трудности с использованием субъективных и объективных понятий приводит к методологической проблеме исследования испытуемого. Как и рабочая нагрузка, трудность может по-разному восприниматься оператором и экспериментатором. Если мы сравниваем две задачи, отличающиеся в эксперименте объективными показателями трудности, а испытуемые их выполняют в основном на одном и том же уровне, то действительно ли трудность этих задач различна или вообще не свойственна деятельности испытуемых?

Если оператор *не ощущает* трудности даже тогда, когда объективно он выполняет одну задачу хуже другой, действительно ли первая задача труднее? Только в том случае, когда собраны и совпадают как объективные, так и субъективные показатели, мы можем быть уверены, что трудность присуща данной задаче (это и является аргументом в пользу того, что не следует завершать экспериментальное исследование без интенсивного опроса испытуемого).

Как и рабочая нагрузка, трудность задачи в значительной степени зависит от способности, личности и мотивации отдельного оператора. Например, задача, трудная для пятилетнего ребенка, смехотворно легка для пятнадцатилетнего подростка.

Проектировщик системы стремится к уменьшению трудности, тем самым уменьшая вероятность ошибок в работе. И все же ему редко удастся совсем исключить какую-либо задачу системы из-за того, что она трудна. Если необходимо было поставить и разработать задачу, значит, она требовалась и требуется для функционирования системы. Следовательно, проектировщик должен сохранить задачу, но изменить одно или более свойств, которые делают эту задачу трудной. Но есть и другая проблема. Когда имеются альтернативные способы

измерения работы, объективная трудность может зависеть от конкретного применяемого способа измерения, как это показано в примере 62.

Пример 62. Задача состояла в слежении за тонкой вертикальной линией длиной 12,2 мм, перемещение которой управлялось контроллером с помощью бокового рычажка. Используя входные сигналы ступенчатой формы, через заданные интервалы времени мишень, находящаяся в одной из 15 возможных позиций, перемещали дискретным образом в середину экрана дисплея.

В этих условиях трудность задачи может быть определена числом использованных шагов перемещения мишени (5, 10 и 15), т. е. длиной последовательности. Испытуемым давалось практически одинаковое время (90 односторонних попыток), а последовательность серии сигналов повторялась 12, 6 и 4 раза в ходе опыта (чтобы уравнивать общее время опыта) при 5, 10 и 15 шагах мишени.

На практике суммарный показатель ошибок очень быстро становился пропорциональным длине последовательности сигналов. Однако ко второму этапу экспериментов разницы между сериями сигналов в 5 и 10 шагов не было, хотя в период тренировки обе серии отличались от 15-шаговой серии. Таким образом, трудность, выражаемая в виде ошибок, не оставалась равной длине последовательности сигналов вплоть до некоторой предельной величины (между 10- и 15-шаговыми последовательностями), после чего казалось, что трудность возрасла.

С другой стороны, если трудность определялась как отношение числа повторений последовательности сигналов, необходимых для достижения определенного критерия работы, к числу элементов (мишеней) в последовательности сигналов (т. е. числом повторений на один элемент), то относительная трудность фактически уменьшалась при увеличении длины последовательности.

Работа может изменяться обратно пропорционально числу возможных позиций мишени, из которых были получены последовательности сигналов. Эти варианты изменялись (5, 10 и 15 позиций) независимо от длины последовательности. Количество вариантов не оказывало стабильного влияния на изменение показателя ошибок и не имело заметной взаимосвязи с длиной последовательности.

В другом исследовании использовались два критерия подготовки персонала. В одном случае испытуемые тренировались в течение одинакового времени; в другом — им предъявлялось фиксированное число повторяемых последовательностей, длина которых составляла 8, 12, 18, 24 и 48 мишеней.

При равном времени практической тренировки (а следовательно, и неодинаковом количестве повторных попыток) по окончании 100 тренировочных опытов наблюдалась значительная зависимость от длины последовательности как при полном, так и частичном структурировании условий (определяемых фиксированными и повторяемыми элементами).

Однако при одинаковом повторении последовательностей сигналов не было обнаружено взаимосвязи между длительностью последовательности и структурированием задачи; отличия в средствах, обеспечивающих ее выполнение при разных условиях структурирования, никак не сказывались.

Эти результаты были повторены в неопубликованном исследовании (приведенном в примере 62), использующем последовательные временные интервалы. В пределах ограниченного диапазона применяемых величин не было получено доказательств того, что трудность задачи увеличивается с увеличением длины полностью структурированных процедур в непропорциональной зависимости.

Это исследование иллюстрирует одну из проблем, описанных в гл. 2: применяемый критерий часто определяет характер сделанных выводов.

Пример 63. В этом исследовании трудность рассматривалась в контексте совершенно другой задачи. Были выбраны три задачи, различающиеся прежде всего по параметру трудности, выраженному количественно в виде согласованной оценки. Этот метод часто применяется в социально-психологических исследованиях. Чтобы получить такую оценку трудности задачи, последнюю следует классифицировать по различным признакам. В этом случае трудность задачи 1 (в которой требовалось рассортировать шесть городов США в порядке увеличения населения) составляла 2,5; задачи 2 (изменение работы в задаче, восполнение которой адаптировано к деятельности групп из пяти человек) — 4,2 и задачи 3 (решение головоломки) — 6,1.

Сами задачи почти не представляют для нас интереса, так как, с нашей точки зрения, имеют весьма мало аналогов в реальной действительности. Однако важно, что различия в задачах, приписываемые трудности, были статистически надежными ($p = 0,001$). Среднее время решения каждой задачи было связано почти линейной зависимостью с величинами на шкале трудности, описанными ранее (задача 1 — 7,7 мин; задача 2 — 18,4 мин; задача 3 — 29,2 мин). Результаты этого исследования были бы весьма впечатляющими, если бы использованные задачи имели отношение к функционированию системы.

Пример 64. Трудность задачи можно также выразить количественно в виде информационного параметра H . В задаче, выбранной для этого исследования, использовались две

коммуникационные структуры: радиальная и круговая. Другими переменными были численность команды (четыре или пять человек в группе) и трудность задачи. Трудность задачи могла быть выражена количественно как ряд событий, частота и вероятность которых были известны а priori.

В задаче, относящейся к одной из исследуемых коммуникационных структур, испытуемый должен был определить для каждой из 15 проблем, какой из 6 символов появлялся чаще других и какова была частота его появления. Эта задача характерна для исследований коммуникационных сетей. Проблема считалась решенной, когда все члены группы находили правильный ответ. Контролируя частоту или вероятность событий, были установлены два уровня трудности задачи ($H_1 = 1,6$ = легкая задача; $H_2 = 2,4$ = трудная задача).

Оказалось, что ни структура коммуникации, ни численность команды не имели существенного значения. Однако трудность задачи оказалась причиной значительных различий исследуемых сетей. Количественное определение трудности задачи в этом случае оказалось возможным только потому, что задача имела искусственную структуру. Однако информационное содержание реальных задач определить значительно сложнее.

Пример 65. В исследовании, представлявшем собой продолжение примера 64, трудность задачи также оказала значительное влияние на работу оператора.

Пример 66. Одно из интересных (предполагаемых) влияний трудности задачи проявляется во взаимозависимости трудности и измеряемого критерия. Вайц [80—82] считает, что при легкой задаче максимальная дифференциация по зависимой переменной наблюдается относительно рано; если задача трудна, различия проявляются позднее. Это отношение должно сохраняться, какая бы независимая переменная ни использовалась (но см. также пример 49).

Задачи могут быть легкими и трудными по ряду причин, включая способность или пригодность индивида к выполнению данной задачи. Таким образом, если индивид имеет большие способности к выполнению конкретной работы, то и задача для него становится относительно легкой, и наоборот. Поэтому влияние независимой переменной должно раньше проявляться у способных испытуемых и позже — у малоспособных.

В работе Флейшмана и его сотрудников (например, [36, 37]) предлагаются некоторые средства классификации задач по качественным и количественным сдвигам в способностях и компонентах мотивации на различных стадиях выполнения задачи. В более простых задачах меньше изменений, чем в трудных задачах. Конечно, время измерения («рано» или «поздно») должно определяться только относительно конкрет-

ной задачи. Для экспериментальных задач, используемых в лаборатории, «рано» может означать несколько первых опытов; для выполняемой работы это может означать несколько первых месяцев. (Обобщение лабораторных принципов изучения и применение их к изучению реальных задач предполагает, что результаты ускоренных лабораторных испытаний соответствуют результатам изучения реальной работы, которые могут проявляться в действительности значительно медленнее. Это предположение вполне логично, но у нас мало точных данных, подтверждающих его).

Некоторые исследователи попытались проверить гипотезу Вайца, но только в социально-психологическом аспекте. Хакель [42] некоторым образом поддержал эту концепцию. Сюда следует отнести и работу Додда и др. [29]. Однако в этих исследованиях, как и в работах самого Вайца, изучались только весьма абстрактные задачи.

В задаче примера 66 использовалась матрица размером 7×7 , в которой столбцы обозначались цветными названиями, а строки — буквами. В ячейку матрицы заносились результаты игры в диапазоне от -12 до $+15$. Игра проигрывалась группами в три человека, а это вызывает вопрос о том, является ли трудность задачи для групп (команд) такой же, что и для отдельных ее членов. (Этого может и не быть — трудность задачи для члена группы может зависеть от того, что, когда и как он должен сделать для вклада в выходной результат команды.) Задача группы состояла в выборе конкретной строки для каждого из 15 опытов. Объектом игры была максимизация результатов путем разработки системы решения. Трудность задачи определялась изменением способов выбора правильных столбцов для каждого опыта. В легких задачах выбирались четко структурированные столбцы, в трудных задачах — менее структурированные.

Как и можно было предположить, легкие проблемы обуславливали значительно более высокие результаты и меньшее время выполнения работы, нежели трудные. Среднее время завершения работы и средние показатели результатов составляли 31,43 и 291,44 для легкой задачи и 44,46 и 178,72 для трудной задачи соответственно. В некоторой степени результаты поддерживают приведенную выше гипотезу, хотя и не без противоречий.

Если гипотеза справедлива, то на экспериментальные выводы влияют не только конкретный показатель, применяемый экспериментатором, но также и та практическая стадия, на которой производится измерение. Поэтому отсутствие учета трудности задачи (как бы она ни была определена) в экспериментальном проектировании может привести к ошибочным выводам.

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ

Выводы. Структурирование входных стимулов и последовательных задач (независимо от того, определяется ли оно как регулярность входных сигналов, избыточность стимулов или организация самой задачи) способствует уменьшению ошибок, быстрому обучению операторов и более эффективному выполнению операций.

Примеры исследований

Структурирование задачи (или «четкость», «связность») определяется соотношением во времени между задачами и элементами задачи, т. е. частотой появления элементов задачи во времени. В отличие от трудности четкость (связность) — одномерная переменная величина. Структурирование создается путем повторения входных стимулов и ответных реакций. Оно может присутствовать в задаче любого типа.

Структурирование способствовало бы уменьшению трудности, если бы критическим фактором, создающим трудность, была величина неопределенности, связанная со стимулами и ответными реакциями. Влияние структурирования должно сказываться в облегчении выполнения задачи (хотя бы и субъективном) благодаря тому, что оператор оказывается лучше подготовленным к определенным требованиям в отношении стимулов и ответных реакций. Оператор иногда испытывает чувство неопределенности, если он не в состоянии предвосхитить с достаточно высокой степенью вероятности поступление стимулов и выдачу ответных реакций, с которыми ему придется иметь дело. Структурирование соотношений, имеющих место между стимулами и реакциями, поддается еще более эффективному исследованию еще и потому, что последние чаще повторяются.

С некоторой уверенностью можно сказать, что структурирование задачи помогает устанавливать «порядок» или «структуру» окружающей среды. Оператор может «предпочесть» минимальную неопределенность и (при правильной мотивации) сознательно или подсознательно попытаться улучшить структуру среды путем упорядочения своих действий.

Поскольку структурирование требует повторных ситуаций, редко выполняемые задачи, по-видимому, труднее упорядочить, чем те, которые выполняются чаще. Очевидно, разработчику системы легче упорядочить входные сигналы, возникающие в процессе функционирования оборудования системы, чем управляющие сигналы, создаваемые вне системы.

Влияние структурирования частично изучалось в исследовании примера 62, где в задачу входило компенсаторное слеже-

ние за мишенью на экране осциллографа. Через заданные интервалы времени мишень, расположенная в одном из 15 возможных положений, должна была резко переместиться на середину экрана. Структурирование определялось как пропорциональное соотношение фиксированных и повторяемых элементов в процессе предъявления мишени. Таким образом, оператор мог предвосхитить в какой-то степени направление движения мишени.

В более структурированных задачах ошибок было меньше. Структурирование усиливало перцептивное прогнозирование, а отсюда — возможность предвосхищающей события ответной реакции (что снижало время запаздывания). Потеря времени на запоминание информации обратно пропорциональна структурированию, однако частичное структурирование дало результаты, которые оказались не лучше тех, что были получены при решении неструктурированной задачи.

В одном из исследований примера 62 была разработана задача слежения, в которой можно было изменять направление, амплитуду и время по отдельности или в сочетании друг с другом. Один, два или три параметра были структурированы, а остальные — запрограммированы наугад. Ни фиксированное время, ни выбор определенного направления отдельно друг от друга не приводили к улучшению работы в большей степени, чем это достигалось при совершенно неструктурированной задаче. Однако, когда были структурированы два параметра одновременно, показатели ошибок представляли собой среднюю величину между абсолютно неструктурированной и полностью структурированной задачами. Таким образом, хотя некоторая избыточность информации, относящейся к одному из параметров задачи, и не улучшала работу, структурирование по двум параметрам приводило к некоторому снижению показателя ошибок, однако пропорциональной зависимости здесь не наблюдалось. Степень использования структурированной информации, очевидно, не является линейной функцией от количества предсказуемых элементов в серии стимулов, хотя после значительной практики работа, по-видимому, приобретает тесную зависимость от неопределенности входных сигналов. Особый интерес представляет высказывание о том, что операторы использовали пространственно-временные отношения структуры стимулов для организации структуры ответных реакций, что улучшало их работу. Другими словами, они вносили в окружающую среду некую организацию. Поэтому структурирование может оказать положительное влияние хотя бы уже тем, что позволяет оператору разрабатывать более эффективные стратегии ответных реакций.

Испытуемые разработали стратегию сочетания при прогнозировании выбора направлений и стратегию компромисса

в ситуациях выбора радиуса действия. Эти результаты поддерживают утверждение о том, что испытуемые пытаются организовать, хотя и не всегда, пропорциональную зависимость между ответными реакциями и объемом доступной информации, представленной в виде входных сигналов окружающей среды.

При определении трудности следует учитывать, что структурирование задачи взаимодействует также с другими переменными величинами (скоростью мишени, способом предъявления информации на дисплее и длительностью серии сигналов).

Пример 67. В этом примере моделировались некоторые операции, выполняемые пилотами самолетов и космических кораблей. Перед оператором находилась панель со световыми индикаторами, указывающими на появление серии 9 критических событий. Если события происходили так, как и ожидалось, оператор лишь подтверждал появление каждого события нажатием кнопки ОК. Если же происходило непредвиденное событие, оператор должен был подключиться к работе и вручную откорректировать ситуацию путем нажатия ряда кнопок в заданной последовательности.

Структурирование задачи определялось как пространственная последовательность (серия) сигналов, в соответствии с которой происходили критические события. Для высокоорганизованной задачи применялась простая последовательная серия (сверху вниз) световых индикаторов (т. е. от 1 до 9). При слабоорганизованной задаче последовательность событий была нерегулярной (например, 1, 4, 2, 9, 8, 3, 6, 7, 5).

Показателем степени структурирования задачи (ее организации) был информационный метрический коэффициент H , вычисленный исходя из соотношений между изменениями положения световых индикаторов, а не размещения последних. Для высокоорганизованной задачи $H = 0$ бит, а для слабоорганизованной задачи $H = 2,808$ бит. Поэтому условия высокой организации обеспечивали большую информационную избыточность, исходя из условий последовательного изменения положений стимулов.

Испытуемый должен был также выполнять трехмерную компенсаторную задачу слежения. Как и можно было ожидать, тренировка на задаче слежения была значительно более эффективной для высокоорганизованных групп (рис. 3.2). Различия между группами уменьшались по мере тренировки, однако при увеличении интервала запоминания информации с течением времени они сохранялись на одном и том же уровне и даже увеличивались.

Запоминание информации также было значительно лучше в высокоорганизованных группах как на короткий период (одна неделя), так и на длительный период (четыре недели). Допол-

нительная тренировка способствовала компенсации в слабо-организованных группах в ущерб условиям работы. Аналогичные результаты были найдены и в процедурных задачах (хотя и имели меньшие значения).

Организация задачи была важна только при условии меньшей степени тренированности. Вероятно, упорядочение задачи оказывает меньшее влияние, если задача хорошо изучена и оператор освоился с ее неопределенностью.

Пример 68. Влияние предсказуемости задачи было также продемонстрировано в одной из задач, связанных с обработкой показаний приборов, передачей информации другим операторам и осуществлением контрольных корректировок на основе

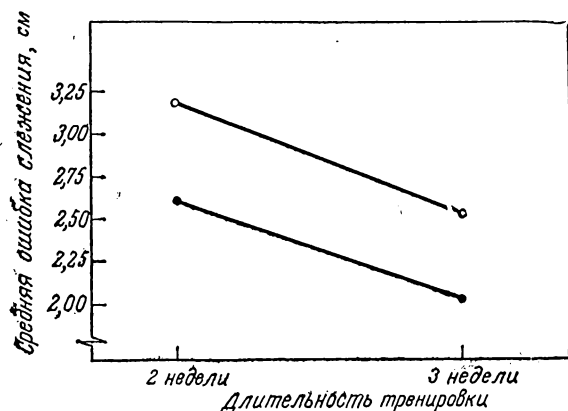


Рис. 3.2. Слежение как функция организации задачи и длительности тренировки оператора (печатается с разрешения из работы Нейлора, пример 67).

○ — низкая организация; ● — высокая организация.

информации, переданной или считанной непосредственно с экрана дисплея. Рассматривались такие переменные, как организация групп, частота изменения входных сигналов и их предсказуемость. В данном разделе для нас представляет интерес только последняя переменная.

Каждый из трех испытуемых располагался в кабине, сконструированной так, что ни визуальное, ни непосредственное звуковое общение с другими операторами не представлялось возможным. Общение осуществлялось только через систему внутренней телефонной связи между кабинами. Изображения двух имитированных самолетных приборов проецировались на стену кабины. Каждый испытуемый должен был устанавливать два двухпозиционных переключателя в правильное положение на основании различных комбинаций проецируемых показаний приборов. Входные сигналы для каждого испытуемого состояли

из изменения показаний приборов на слайдах; эти изменения могли быть случайными или прогнозируемыми (т. е. в соответствии с очередностью кабин: 1, 2 и 3). Не удивительно, что ошибок оказалось значительно меньше тогда, когда испытуемый мог прогнозировать характер изменений входных сигналов: 211,75 по сравнению с 253,50 (стимулы менялись каждые 10 с) и 99,75 по сравнению с 152,75 (при 15-с смене).

СЛОЖНОСТЬ ЗАДАЧИ

Выводы. Сложность задачи увеличивает вероятность ошибок и ухудшает работу оператора. В относительно простых повторяющихся задачах незначительное усложнение задачи стимулирует оператора.

Примеры исследований

Усложнить задачу можно различными способами — путем увеличения количества требуемых подзадач, созданием несовместимости стимулов и ответных реакций, добавлением к основной дополнительной задачи, выполняемой одновременно с первой, введением нерелевантной информации и увеличением количества и скорости изменений стимулов или количества процедурных правил, которые следует учитывать при принятии решения. Этот перечень не исчерпывает всех возможностей увеличения сложности задачи.

Подобно трудности и в отличие от структурирования сложность является неоднородной переменной величиной. Фактически ее часто считают эквивалентом трудности. Сложность может отличаться от трудности тем, что она не имеет субъективного компонента: оператор не может испытать сложность саму по себе, но ощущает ее как трудность. Можно было бы определить сложность как объективный компонент трудности. То, что обычно называют трудностью, может оказаться субъективным (ощущаемым или наблюдаемым) компонентом сложности, которая затем становится независимой, а трудность — зависимой переменной величиной. Их поспешно объединяют и небрежно называют «трудностью». Однако автор не настаивает на своей концепции, которая представляет собой только гипотезу, заслуживающую, может быть, достаточно глубокого изучения.

Единственный фактор, общий для всех переменных, создающих сложность, — это способность увеличивать неопределенность задачи. В каждом случае число возможных альтернатив, выбираемых оператором, увеличивается. Оператор, выполняющий задачу, содержащую подзадачи, должен учитывать (сознательно или подсознательно), какую из этих подзадач

требуется выполнить как ответную реакцию на стимул. Увеличение числа подзадач (в особенности в тех случаях, когда их следует выполнять одновременно) ведет к увеличению вероятности ошибок из-за влияния *помех*, вызываемых этими потенциальными ответными реакциями. Поэтому можно было бы ожидать, что большая сложность присуща задачам в недетерминированных системах, обуславливающих непредвиденные ответные реакции.

Многие факторы определяют как сложность задачи, так и ее нагрузку. Фактически сложность может выступать как условие создания нагрузки, поэтому она воспроизводит многие из явлений нагрузки, исследованных в гл. 2, включая использование

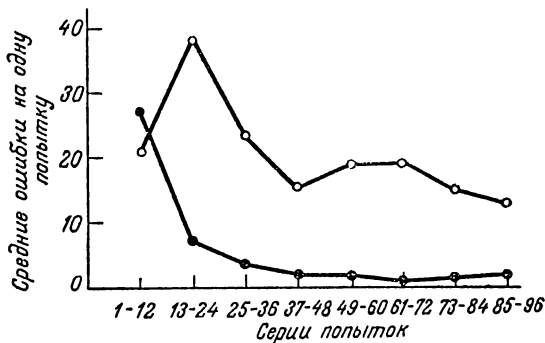


Рис. 3.3. Обучение как функция различной сложности задач (печатается с разрешения из работы Цинка, 1957, по описанию Розенберга, *Ergonomics*, 1959).

● — малая сложность; ○ — большая сложность.

операторами стратегий для уменьшения влияния сложности. Более того, как нагрузка, так и сложность трансформируются в субъективное ощущение трудности задачи.

Пример 69. В этом исследовании сложность определялась соотношениями между стимулами и ответными реакциями, использованными для создания простой и сложной задач контроля с помощью дисплеев. Команды из двух человек тренировались для выполнения той или другой задачи. На графике рис. 3.3 представлены различия в работе, являющиеся следствием различий в обучении. Различия в работе выражены резко, так как задача преднамеренно конструировалась для максимального увеличения различий в сложности деятельности. Полученные результаты отражают то, что и следовало ожидать: сложность ухудшает эффективность работы оператора.

Можно предположить, что влияние входных сигналов окружающей среды на выполнение работы будет изменяться как функция сложности задачи. Бродбент [15], исследуя соотношение

между вниманием, необходимым для выполнения задачи на время ответной реакции, и степенью совместимости стимулов и ответных реакций нашел, что несовместимая задача создавала больше помех второй задаче. В более раннем исследовании [14] он писал, что имело место ухудшение работы, вызванное шумом, в «трудной» задаче наблюдения, но в легкой задаче этого не было. Парк и Пейн [62] не нашли, однако, никакой взаимосвязи между шумом и уровнем «трудности» визуальных задач.

Пример 70. В этом исследовании была сделана попытка проверить гипотезу о существовании соотношения между влиянием входных сигналов и сложностью задачи, когда входным сигналом является шум. Испытуемый, после того как его привели в состояние готовности предупредительным зеленым сигналом, должен был реагировать как можно быстрее на воздействие одного из четырех красных сигналов-стимулов, нажимая на один из четырех переключателей, расположенных непосредственно под каждой сигнальной лампой.

При простом условии (совместимые стимулы и реакции) правильно нажатый переключатель соответствовал световому индикатору, расположенному непосредственно над ним; при сложном условии (несовместимые стимулы и реакции) в расположении индикаторов и переключателей пространственного соответствия не было. 48 испытуемых одновременно выполняли простую или сложную задачу управления по слуховым сигналам. Выполнение всех задач происходило в тишине или сопровождалось шумом.

Шум не оказывал значительного влияния на основную задачу, хотя предположительно время ответной реакции в сложных задачах было немногим больше, чем в простых (808 против 763 мс). Однако при решении второстепенной (звуковой) задачи было допущено значительно большее количество ошибок, если она относилась к числу сложных, а не простых. Тот факт, что взаимодействие условий шума и сложности имело значение, продемонстрировано наличием разницы в средних показателях ошибок, допущенных в условиях шума и тишины и составивших 3,25 для простой и 7,29 для сложной задачи.

Требования к оператору в сложной задаче, очевидно, жестче, чем в простой. В основной задаче оператор мог справиться с ними, используя то, что некоторые исследователи называют «резервными возможностями». Можно предположить, что при выполнении второстепенной задачи оператор в еще большей степени пользуется этими резервными возможностями, что приводит к своей очереди к появлению большего количества ошибок.

Пример 71. В другой задаче моделировалось радиолокационное управление пилотируемыми перехватчиками, направля-

емыми против самолетов-целей. Сложность задачи определялась количеством выполняемых функций. В задачах малой сложности оператор выдавал команды только об изменениях скорости и курса; в задачах большой сложности необходимо было регулировать скорость, курс и высоту. Хотя сложность задачи была по существу второстепенной переменной величиной (основной переменной являлась организация задачи, рассмотренная выше), она была наиболее действенной и важной переменной, влияющей на работу команд из трех человек.

Работа всегда выполнялась хуже при сложной задаче, что вполне объяснимо, поскольку третья функция (высота) требовала от операторов либо запоминания определенной информации, либо запрашивания ее у пилотов.

Пример 72. Сложность задачи в этом примере обработки информации определялась множеством условий, которые необходимо было учитывать при формулировке ответа — особый случай критериев ответных реакций, создающих нагрузку на оператора. Испытуемые, проверяемые отдельно друг от друга, работали над решением проблемы в среднем по 30 мин. Каждый испытуемый находился в маленькой комнате лицом к экрану, положив обе руки на панель с шестью клавишами. Им представлялось по 17 слайдов с 6 символами на каждом слайде.

По инструкции испытуемые должны были выбрать один символ в соответствии с определенными условиями, а именно предпочтение:

- 1) черный цвет белому,
- 2) большой знак меньшему,
- 3) квадраты кругам,
- 4) «верхние» позиции «нижним».

Поскольку все условия одинаково важны, испытуемый должен был выбрать из 6 символов один-единственный, имеющий наибольшее количество положительных признаков. Время решения каждой задачи и символ, выбранный нажатием на клавишу, регистрировались автоматически.

После того как испытуемые выучивали условия, им предъявлялись проверочные слайды. Один комплект из 20 слайдов требовал применения одного условия, второй комплект из 20 слайдов — другого и т. д. Слайды предъявлялись группам в порядке возрастания или уменьшения сложности или беспорядочно. Переменной величиной сложности был объем информации, которую надо было обработать и которая увеличивалась с увеличением количества условий. Переменная величина «неопределенности» представляла собой изменение порядка предъявления этих условий. Таким образом, и сложность, и неопределенность задачи изменялись.

Как и следовало ожидать, время решения проблемы и количество ошибок значительно возрастали с увеличением сложности задачи. Однако испытуемые, выполнявшие задачу с высокой неопределенностью (случайный порядок предъявления слайдов), показали меньшее время решения задачи, чем любая из двух групп, выполнявшая задачу в заданной последовательности. Более того, это меньшее время решения проблемы достигалось отнюдь не за счет большего количества ошибок. С увеличением сложности испытуемые воспринимали задачу как более трудную, тем самым подтверждая предположение о том, что испытуемый воспринимает сложность задачи как ее трудность.

Оказалось возможным прогнозировать результаты решения всех задач, за исключением тех, которые требовали непродолжительного времени решения проблемы при случайном (более неопределенном) порядке предъявления информации. Возможно, неопределенность способствует снижению монотонности задачи, повышая тем самым бдительность и сосредоточенность оператора. Поэтому предполагается, что неопределенность может иметь как благоприятное, так и негативное влияние на выполнение задачи.

Пример 73. Влияние сложности задачи как переменной величины, создающей нагрузку, должно возрастать, когда она сочетается с другой переменной, также создающей нагрузку. В данном примере сложность объединялась с переменной, определявшей ограничение во времени. Задача заключалась в сборке и разборке моделей Тинкертоя (по возможности большего количества моделей за определенный отрезок времени).

Сложность задачи определялась двумя способами: как количество всех необходимых операций и объем операций, скоординированно выполняемых в один и тот же период времени. Задача была конкретизирована для каждого члена команды, состоящей из трех человек. Например, один из испытуемых должен был иметь дело только с дюбелями или крючками, но не с теми и другими одновременно. Ограничение во времени определялось частотой информирования команды об интервалах времени, оставшихся до завершения задачи: подача сигнала в середине выполнения задачи (малое ограничение); подача сигнала каждые три минуты (среднее ограничение); постепенное сокращение периода подачи сигнала — от 1 до 15 с (большое ограничение).

Показатели производительности в виде общего числа правильных операций, выполненных группой, дали уже знакомую нам кривую зависимости от малого до среднего и большого ограничений во времени. Производительность была значительно выше при более сложной задаче, но условия ограничений во

времени значения не имели. Не проявилось и взаимодействие сложности задачи и временного ограничения; дополнительного влияния при этом не наблюдалось. Видимо, сигналы времени не создавали нужной степени напряжения. Хотя испытываемые и указывали, что более сложная задача была более напряженной, она им представлялась более интересной. При наличии жестко структурированных, повторяющихся задач, связанных со сборкой моделей, команды, очевидно, ориентировались на выполнение более сложных задач. Такое влияние мотивации, возможно, помогло противостоять отрицательному влиянию сложности. Это подтверждает результаты примера 72, в котором неопределенность противодействовала влиянию монотонности задачи. Очевидно, влияние сложности, как и влияние нагрузки, изменяется в соответствии со спецификой конкретной задачи. Введение в простую задачу некоторой доли неопределенности, не превышающей возможностей оператора, может стимулировать его. Однако в сложную задачу дополнительная неопределенность может внести весьма большое напряжение.

Пример 74. Сложность задачи может быть также определена количеством каналов предъявления информации (см. также пример 37). Оператор должен был отсчитать либо 3 тона, либо 3 световых сигнала, предъявляемые по одному, двум или трем каналам. Исследовались четыре задачи: 1) один звуковой канал — нужно было учитывать только средний тон и не принимать во внимание высокий и низкий тона, 2) два звуковых канала — учитывались независимо друг от друга средний и низкий тона, а высокий тон во внимание не принимался, 3) три звуковых канала — учитывались все три тона отдельно друг от друга и 4) три визуальных канала — учитывались три световых сигнала отдельно друг от друга.

Как и можно было ожидать, наилучшая работа наблюдалась при одном звуковом канале (60% правильных реакций) и наихудшая — при трех звуковых каналах (32% правильных реакций). Работа при трех визуальных каналах по трудности была почти равна работе при двух звуковых каналах (соответственно 42 и 41% правильных реакций).

Подводя итог, можно сказать, что результаты исследований сложности задачи подтверждают следующий принцип проектирования систем: «целесообразно придерживаться простых решений».

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ

Выводы. Организация задачи представляет собой менее важную переменную величину, чем сложность или трудность; ее роль становится более значительной, например, в условиях

напряженной задачи или по каким-либо другим причинам. В многооператорных системах независимая организация задачи превосходит такую, которая требует взаимодействия между операторами. Можно прогнозировать выполнение общей задачи по предварительному выполнению отдельных компонентов задачи. Однако общее влияние работы нельзя измерить простой статистической суммой влияний отдельных компонентов задачи.

Примеры исследований

Организация связей между задачами определяется тем, насколько успешно персонал выполняет совместные операции (т. е. степенью или способом взаимодействия между двумя или более членами команды). Организация внутри задачи определяется тем, как подзадачи или компоненты задачи соотносятся друг с другом при их выполнении одним оператором.

Организация задачи — это структурная характеристика, обычно предусматриваемая в системе в процессе ее разработки. Этим организация отличается от структурирования входных сигналов и ответных реакций, которые могут быть вызваны внешними операциями и изменяться во время выполнения задачи системы. Поскольку организация задачи — объективная характеристика, ее можно более точно варьировать во время экспериментов, чем, например, трудность. В отличие от трудности, сложности или структурирования ей не свойственна способность ухудшать или улучшать работу. Как и в случае предыдущих характеристик, оператор не может осознавать непосредственного влияния организации задачи и поэтому реагирует на него, оценивая задачу как легкую или трудную.

Основной вопрос организации задачи заключается в следующем: какова зависимость вероятности появления ошибок от типа организации задачи? Количество исследований в области организации задачи ничтожно мало. Это вдвойне печально: для понимания процессов, происходящих в команде, нужна не только специфическая информация о ее организации, но и знания о взаимосвязях, необходимые для количественного прогнозирования работы системы или выполнения задачи.

Например, приемлема гипотеза о том, что задачи, требующие координации или взаимодействия операторов во время тренировки и работы, приводят к большей вероятности появления ошибок, поскольку упомянутые выше координации или взаимодействие приводят к созданию нагрузки. Аналогично этому, когда задачи должны выполняться последовательно (вторая задача зависит от того, насколько корректно выполнена первая), может появиться большая вероятность отказа си-

стемы, если какая-либо задача выполнена неправильно или не выполнена совсем. При последовательных задачах больше вероятность накопления временных задержек.

Организация взаимодействия между задачами

В примере 71 уже рассматривалась важная переменная величина — организация задачи. В этом исследовании были выделены три независимые переменные в задаче с тремя операторами: организация задачи, сложность задачи и относительная степень тренированности подменяемого диспетчера радиолокатора. Организация задачи затрагивала два уровня: в условиях независимости оператор не видел экран оборудования своего соседа и мог общаться только со своим командиром. В условиях взаимодействия оба диспетчера находились рядом друг с другом, каждый перед своим пультом, но так, что могли видеть пульт другого оператора и легко судить о положениях целей и перехватчиков.

Сложность задачи также затрагивала два уровня: от операторов радиолокаторов в условиях меньшей сложности требовалось управление только скоростью и курсом перехватчика, а в более сложных условиях он контролировал также и высоту. И наконец, еще одного человека готовили для замены оператора радиолокатора, причем тренировочный цикл первого был или на одну серию продолжительнее (высокий уровень подготовки), или на одну серию короче (низкий уровень подготовки) цикла подменяемого оператора. Замена операторов всегда происходила на третьей стадии задачи.

Выполнение работы измерялось с точки зрения передачи навыков тренировки. *Абстрактный* вариант экспериментальной задачи использовался для тренировки операторов, а проверка происходившей передачи навыков (во время четырех одновременных сеансов) выполнялась в условиях той же задачи, приближенных к реальным.

Наблюдалось значительное улучшение работы при переходе от первого сеанса ко второму, когда сложность задачи оказывала статистически значимое влияние на работу. Однако влияние организации задачи во время этих сеансов не сказывалось. В то время как менее сложная задача выполнялась значительно лучше, чем более сложная, исходя из количества потребляемого на один перехват топлива, существенных различий в эффективности работы при независимой организации и организации в условиях взаимодействия операторов не наблюдалось. Был проведен также анализ работы при втором и третьем сеансах для определения непосредственного влияния,

при наличии такового, замены оператора во время третьего сеанса. Анализ показал статистически значимое улучшение работы, причем подмененный оператор в условиях меньшей сложности выполнял работу лучше, чем в более сложных условиях. Организация задачи не оказывала влияния на замену операторов.

Во время четвертого сеанса каждая из независимых переменных в какой-то момент оказывала значительное влияние на работу группы. Сложность задачи оставалась наиболее действенной и важной переменной величиной, влияющей на работу, в то время как организация задачи приобретала значение только после того, как создавалась напряженность в системе вследствие замены одного из двух операторов радаров; с этого момента организация задачи продолжала оказывать влияние на работу группы до конца эксперимента. Переменная тренировки (степень подготовленности) оказывала очень кратковременное, но исключительно точное и важное воздействие во время замены операторов (см. также примеры 125 и 127).

Пример 75. Этот эксперимент как продолжение примера 71 был предназначен для дальнейшей проверки значения организации задачи, изучения ее важности в тренировке операторов и исследования корректности выполнения тренировочного цикла (при передаче навыков). Задачи тренировки и передачи навыков были по существу те же, что и в примере 71, но сложность была постоянной величиной: операторы радаров контролировали лишь курс и скорость перехватчиков (условие меньшей сложности, чем в примере 71). Кроме того, в отличие от примера 71 в данном случае операторы не подменялись.

В примере 75 изучались три независимые переменные: организация задачи, организация передачи навыков и правильность соответствующих тренировок. Условия *независимости*, входившие в организацию тренировки, определяли индивидуальную тренировку операторов, обслуживающих радиолокаторы. При этом не допускалось общения испытуемых и обмен информацией о целях и (или) перехватчиках. В условиях *взаимозависимости* оба оператора радиолокаторов пользовались одним общим пультом и непосредственно взаимодействовали друг с другом, когда цель пересекала границу и переходила из зоны наблюдения одного оператора в зону наблюдения другого.

Организация задачи передачи навыков осуществлялась на двух уровнях тем же самым способом. Половина групп, тренировавшихся в условиях независимости, была передана для работы в условиях взаимозависимости задач. Оставшиеся группы работали в условиях независимой организации при решении задачи передачи навыков. То же самое относится и к группам,

тренировавшимся для работы в условиях взаимозависимости задач.

Правильность тренировки проверялась на двух уровнях: высоком и низком. При низком уровне точности задачи операторы радаров выполняли свои обязанности по отношению к абстрактному варианту задачи. Испытуемые должны были перемещать фишки, представлявшие собой перехватчики, и называть изменения в скорости и курсе. При высоком уровне точности ситуация в значительной степени напоминала условия задачи передачи навыков — экспериментаторы перемещали фишки и повторяли распоряжения операторов радаров по имитированной радиосвязи.

График результатов работы в задаче передачи навыков представлен на рис. 3.4. и 3.5. В двух первых сеансах на работу группы значительное влияние оказывала и организация задачи тренировки, и организация задачи передачи навыков. В обоих случаях группы с независимой организацией задачи в среднем работали лучше, чем группы, работавшие в условиях взаимодействия. Мы говорим «в среднем», так как обе переменные статистически взаимосвязаны; организация передачи навыков не оказывала влияния на поведение группы ни на одном

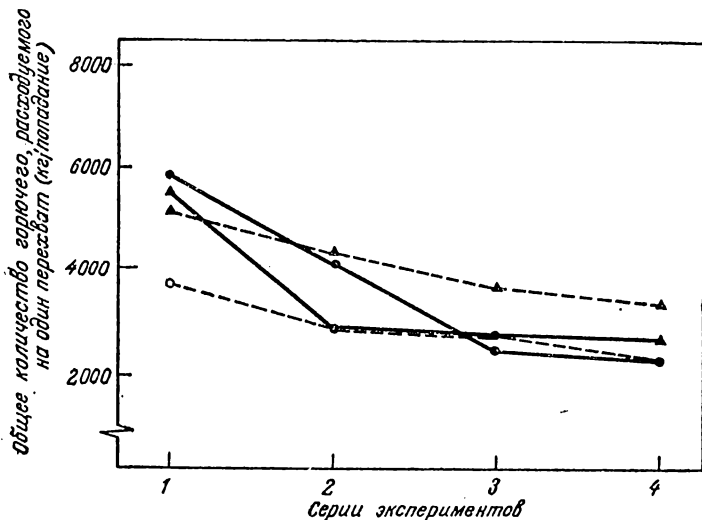


Рис. 3.4. Работа как функция организации и точности выполнения задачи тренировки (группы 1—4) (печатается с разрешения из работы Бригса и Нейлора, 1964, пример 75).

- ▲ — группа 1 (независимая организация, высокая точность);
- — группа 2 (независимая организация, низкая точность);
- — группа 3 (взаимозависимая организация, высокая точность);
- — группа 4 (взаимозависимая организация, низкая точность).

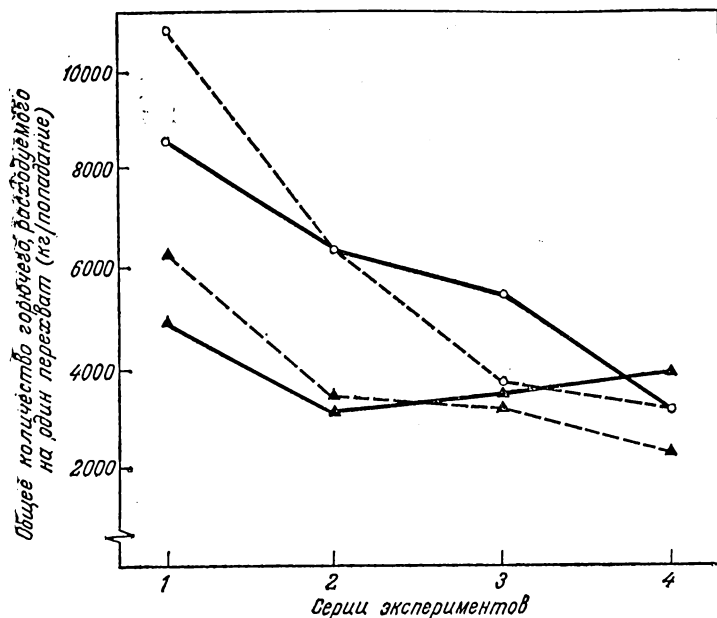


Рис. 3.5. Работа как функция организации и точности выполнения задачи тренировки (группы 5—8) (печатается с разрешения из работы Бригса и Нейлора, 1964, пример 75).

- ▲—▲ группа 5 (независимая организация, высокая точность);
- ▲---▲ группа 6 (независимая организация, низкая точность);
- группа 7 (взаимозависимая организация, высокая точность);
- группа 8 (взаимозависимая организация, низкая точность).

из рассматриваемых уровней организации тренировки. Если испытуемого переводили на независимо организованную задачу, характер предварительной тренировки, по-видимому, мало влиял на работу (8786 кг по сравнению с 9518 кг израсходованного горючего на одно попадание). Это дает основание предполагать, что независимая организация задачи превосходит по результатам зависимую. Более того, если испытуемого перемещали в условия организации взаимозависимых задач, то оказывалась предпочтительнее тренировка в условиях независимой организации задачи, а не задачи, требующей взаимодействия между операторами радаров (9060 кг по сравнению с 16 150 кг на одно попадание).

Результаты кажутся парадоксальными. Обычно организуется тренировка в интерактивном решении, если реальная работа требует взаимодействия операторов. Однако пример 75 показывает, что независимо от типа организации задачи, выполняемой оператором, высокую эффективность работы обеспечивает тренировка по методу независимой работы.

Экспериментаторы признают, что обсуждаемые здесь результаты исследований требуют дальнейшей проверки. Если они подтвердятся, мы будем располагать весьма важными принципами подготовки операторов (см. также гл. 5).

Точность выполнения и организация задачи имеют тесную взаимосвязь. Работа в условиях взаимодействия операторов может быть улучшена, если предшествующая тренировка базируется на задаче высокой точности с акцентом на коммуникационные навыки. Оба примера, 71 и 75, показывают, что независимая организация задач лучше, чем организация в условиях взаимодействия.

Если полученные результаты будут иметь подтверждение, многооператорную систему следует проектировать таким образом, чтобы она обеспечивала необходимость минимального взаимодействия операторов, выполняющих сопоставимые действия. Можно выдвинуть следующую гипотезу: поскольку каждый оператор имеет ограниченную «пропускную способность», обеспечивающую обработку информации, требования взаимодействия поглощают какую-то долю этой пропускной способности в ущерб выполнению собственно задачи.

Подготовка операторов, даже если задача организована с учетом их взаимодействия, должна быть прежде всего направлена на индивидуальную тренировку. (Может ли вообще иметь место групповая тренировка — этот вопрос остается открытым.) Если какого-либо члена группы следует заменить, то вытекающее отсюда отрицательное влияние будет меньше сказываться в системе с независимой организацией.

Несмотря на выявленное в рассмотренных выше исследованиях влияние организации задачи, оно представляет собой (по крайней мере с точки зрения независимости и взаимодействия) более слабую переменную величину, чем другие, которые мы уже обсуждали. Это может быть вызвано тем, что организация влияет на условия выполнения задачи, в то время как другие переменные влияют непосредственно на сам процесс выполнения задачи.

Внутренняя организация задачи

Можно подойти к пониманию задачи с помощью анализа ее компонентов. Информация о взаимодействии и внутренней организации отдельных частей задачи, очевидно, имела бы большое значение для проектирования системы, тренировки персонала и прогнозирования выполнения намеченных заданий. Полученные результаты в той или иной степени применимы к дискретным и когнитивным задачам, однако в любом случае они имеют большой познавательный интерес.

Чэмберс [19, 20] нашел, что эффективность выполнения тех компонентов задачи, для которых предварительная практика не проводилась, возрастала при наличии последней для других компонентов задачи. Кроме того, эффективность выполнения всей задачи в целом возрастала, когда испытуемые имели предварительную практику одновременного выполнения трех, а не двух или одного компонента задачи. При этом не имело большого значения, на каких компонентах задачи практиковались операторы. Существенным было то, на скольких компонентах они практиковались — на одном, двух или трех (см. также пример 62).

Пример 76. 206 испытуемых практиковались в выполнении компонентов сложной многомерной компенсаторной задачи преследования, действуя их отдельно друг от друга или в определенных сочетаниях. Использовался прибор с тремя шкалами, на которых отображались скорость, курс и угол крена перехватчика. Стрелки каждой шкалы колебались хаотично, непрерывно и независимо друг от друга. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы поддерживать все стрелки в центре шкалы с помощью компенсаторных движений имитированных дросселей, рукояток и руля поворота. Работа оценивалась временем, необходимым для одновременной установки всех стрелок в нулевое положение.

Испытуемый сначала практиковался на каждом из трех компонентов в отдельности; при этом его задача состояла в установке стрелки на одной шкале в нулевое положение с использованием единственного органа управления. Затем он практиковался на двух шкалах, используя два органа управления. Далее практиковались три комбинации с двумя компонентами, и, наконец, выполнялась вся задача. Для этого испытуемый должен был удерживать стрелки трех счетчиков одновременно в центре шкал, используя сразу три органа управления.

Полученные результаты приводят к выводу о том, что можно в определенных пределах прогнозировать выполнение всей задачи, исходя из оценки предварительного выполнения отдельных компонентов. Прогностические корреляции крена, курса и скорости составили 0,46, 0,54 и 0,61 соответственно. Выполнение всей задачи можно было прогнозировать более эффективно путем объединения трех подзадач; множественная корреляция при выполнении всей задачи составила 0,68 (46% отклонений объяснялось предварительным выполнением компонентов задачи).

Влияние каждой предварительно практиковавшейся задачи на выполнение всей работы было неодинаковым. Комбинация компонентов на статистической основе может повышать точность прогнозирования выполнения всей задачи. Однако уро-

вень прогнозирования, очевидно, зависит от индивидуальных характеристик объединяемых компонентов. В примере 76 можно было прогнозировать как по двум, так и по трем компонентам.

Из данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предварительная практика выполнения различных сочетаний подзадач позволяет лучше прогнозировать выполнение всей задачи, чем предварительная практика выполнения отдельных подзадач.

2. Отдельный результат предварительного выполнения компонентов двухуровневых задач столь же важен для прогнозирования выполнения всей задачи, что и статистическая комбинация отдельных подзадач.

3. Наилучшие прогностические данные выполнения всей задачи можно получить в результате многократной предварительной практики на компонентах двухуровневой задачи.

4. Ни одна из двухуровневых комбинаций не имеет преимуществ перед другой.

5. Прогнозирование не улучшается при добавлении результатов третьей двухуровневой комбинации к результатам, полученным на двух комбинациях двухуровневых задач.

Основной вывод исследований состоит в том, что лучше всего прогнозировать общую задачу и многофункциональные контрольные подзадачи, используя другие многофункциональные контрольные подзадачи. Какие именно конкретные компоненты задействовали для этого, имеет меньшее значение, чем факт предварительной тренировки при одновременном выполнении подзадач. Результаты исследований говорят за то, что нельзя рассматривать только соотношения между стимулами и ответными реакциями, присущими компонентам задачи.

Пример 77. Исходя из рассмотренного выше исследования, можно предположить, что порядок выполнения подзадач и задачи в целом также вызывает отклонения от ожидаемого хода выполнения общей задачи. В данном исследовании испытуемый должен был привести в соответствие светящиеся фигуры путем необходимой регулировки органов управления самолетного типа. На панели прибора горизонтально были смонтированы две пары параллельных рядов световых индикаторов, разделенных другими вертикально расположенными параллельными рядами индикаторов. В одном ряду каждой пары красный свет выполнял роль стимула; во втором ряду зеленый свет имитировал ответную реакцию. Используя органы управления, испытуемый приводил в соответствие зеленые индикаторы (реакции) с красными (стимулами). Рычаг управления можно было

перемещать налево или направо для управления верхним рядом зеленых индикаторов, вперед и назад для управления средним рядом зеленых индикаторов; руль поворота можно было передвигать влево и вправо для управления нижним рядом индикаторов. Как и в примере 76, испытуемый тренировался с одним, двумя или тремя рядами. Условие тренировки с тремя рядами индикаторов приравнивалось к выполнению всей задачи.

Очевидно, очередность тренировки на каком-то компоненте задачи влияла на опыт оператора в выполнении всей задачи. Показатели выполнения компонентов задачи могли быть объединены статистически независимым способом для прогнозирования показателей выполнения более сложной задачи только в том случае, когда конкретная двухуровневая задача объединялась с конкретной одноуровневой задачей. Наблюдавшиеся и прогнозирувавшиеся показатели выполнения задачи в целом лучше соответствовали друг другу тогда, когда операторы практиковались в выполнении задач сдвоенного уровня до, а не после выполнения комплексной задачи. И наконец, предварительная практика выполнения двухуровневых задач позволяла набрать больше опыта в выполнении задачи в целом, чем предварительная практика выполнения одноуровневых задач.

Данные исследований позволяют высказать предположение о том, что гипотеза об объединении компонентов задач статистически независимым способом [8] имеет весьма ограниченную сферу использования и применима только к определенным типам задач или подзадач, а не к компонентам двухуровневых задач.

Пример 78. Это исследование относится к той же серии, что и примеры 76 и 77, и проводилось для изучения взаимосвязи отдельных подзадач и задачи в целом. Оборудование и задачи были те же самые, что и в примере 77. Результаты показывают, что группа, практиковавшаяся в выполнении подзадач, лучше решала задачу в целом, чем группа, не имевшая предварительной практики.

Все группы улучшали свою работу независимо от конкретной подзадачи, предложенной для предварительной практики. Однако среди задач, относящихся к одному и тому же уровню, выполнение некоторой подзадачи (упражнение с рулем поворота) значительно превосходило другие. Это наблюдение дало основание предположить, что хотя предварительная практика выполнения любой из подзадач весьма полезна, отдельные подзадачи в большей степени, чем другие, улучшают эффективность работы. (Таким образом, возможно, что при рассмотрении взаимозависимостей задач должна приниматься во внимание и относительная значимость, или критичность каждой задачи для выходных характеристик системы. Поскольку критич-

ность задачи определяется требованиями конкретной системы, она, вероятно, может быть охарактеризована только на основании последовательного изучения примеров.)

И все же пример 78 не выявил одинакового влияния тренировок на выполнение задач и подзадач, связанных с передачей приобретенных навыков. Предварительная практика выполнения общей задачи давала худшие результаты решения подзадачи с рулем поворота, чем предварительная практика с любой из двух подзадач манипуляции рычагом управления, а практика с задачей манипуляции рычагом управления по отношению к той же подзадаче с рулем поворота была менее эффективной, чем предварительная практика с любой из двух задач манипуляции рулем поворота. Это приводит к мысли о том, что практические навыки в выполнении трудных компонентов задачи могут сказываться гораздо эффективнее на результатах выполнения задачи в целом.

Выводы. Предлагались различные модели для объяснения изменений в выполнении моторных задач при непрерывном накоплении практического опыта, а именно модель изменения задачи [33, 34] и модель изменения испытуемого [1, 2].

Примеры исследований

Работа представляет собой функцию от способностей оператора, необходимых для выполнения задачи, и способа реализации последней, обеспечивающей воплощение этих способностей в деятельности. Изменения в выполнении задачи в зависимости от предварительной практики могут быть поэтому объяснены систематическими изменениями в структуре задачи (требующими, таким образом, проявления различных способностей оператора) или характером процесса выполнения задачи оператором. Флейшман и его коллеги предполагают, что структура задачи по мере приобретения практического опыта изменяется, требуя тем самым проявления различных способностей оператора.

Модель изменения испытуемого допускает, что структура задачи постоянна (отсюда значимость способности оператора для выполнения задачи остается постоянной в течение всех опытов), но степень этого постоянства может изменяться в зависимости от практического опыта. Эта модель рассматривает способности не как стабильную детерминанту поведения, а как нечто, чему можно обучить, что можно забыть и т. д., т. е. как и любой другой фактор работы.

Спор между сторонниками обеих моделей понятен лишь посвященным и может зависеть от того, как интерпретируется

математическая зависимость между показателями способностей оператора. В статье Альвареса и Гулина [6] указывается на трудность эмпирического сравнения упомянутых выше моделей.

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Выводы. Простого ответа на вопрос, в каких условиях и в какой степени нужно стремиться к автоматизации, не существует. Эмпирических исследований, направленных на решение этой проблемы, было выполнено очень мало.

Примеры исследований

Принятие решения перейти к автоматизации, определение необходимой степени автоматизации и выбор уровней автоматизации системы — это очень важные вопросы, обуславливающие дальнейшие пути проектирования системы. Реализация перечисленных проблем имеет существенное значение и для поведения операторов. Как только принято решение об автоматизации, сразу же сокращается количество возможных способов выполнения какой-либо функции. Если процесс будет выполняться с помощью механических или электронных устройств, то связанное с ними поведение операторов часто сводится к дискретным и весьма простым действиям переключения органов управления, а функции обслуживания оборудования возрастают.

Автоматизация — это замена некоторого физического процесса другим, который в противном случае выполнялся бы вручную. Хотя большинство инженеров имеют, вероятно, эмоциональный крен в отношении автоматизации, решение о ней принимается всегда на основе критериев технической осуществимости, стоимости, надежности и эксплуатационных характеристик. Техническая осуществимость и стоимость — это факторы, выходящие за пределы данной книги. Чтобы определить надежность, сравнивают *стабильность* работы оборудования и оператора в течение некоторого периода времени. И здесь оператор не выдерживает соревнования; оборудование выходит из строя значительно реже, чем люди, делает меньше ошибок и значительно меньше «устает».

Критерий работы ставит перед разработчиками главный вопрос: может ли оборудование (готовое или разрабатываемое) выполнять некоторые функции так же эффективно, как и оператор? Если нет, то все другие критерии не будут иметь значения. Если да, то, вероятно, должно быть принято решение о необходимости автоматизации при условии, что этому не будут противоречить факторы стоимости. При этом необходимо

сравнить возможности оператора и оборудования. Однако практически невозможно осуществить всеобъемлющее сравнение, представленное в так называемых перечнях Фиттса [32]. Во-первых, все сравнения работы оборудования и оператора должны быть специфичны, если не для конкретной альтернативной системы, то по крайней мере для какого-либо типа оборудования или функции. Во-вторых, мало вероятно, чтобы все функции и задачи можно было бы в равной степени автоматизировать. В-третьих, следует рассмотреть разные степени автоматизации: а) полную замену задачи, выполняемой вручную, автоматическим процессом, б) частичную замену процессов, выполняемых вручную, автоматическими, в) облегчение выполнения задачи посредством использования автоматических устройств.

Поэтому общий вопрос следует разбить на следующие составные части:

1. Какие функции и задачи следует автоматизировать?
2. Какие преимущества дает автоматизация? Может оказаться, что преимущества столь незначительны, что нет никакого смысла что-либо менять.
3. Каково влияние автоматизации некоторых функций на те функции, которые остаются неавтоматизированными, и на всю систему в целом?

Несмотря на все значение автоматизации, проведено обескураживающе мало эмпирических исследований, направленных на решение этих критических вопросов. Имеется несколько теоретических работ [44] и большое количество квазисоциологических исследований. Однако в последних подчеркивается влияние автоматизации на такие факторы, как отношение рабочих к автоматизации [76] и изменения в потребности рабочей силы [26], но не рассматриваются те данные, на которых должно быть основано решение о необходимости автоматизации.

В гл. 2 мы уже столкнулись с немногими имеющимися исследованиями в этой области.

В примере 10 рассматривалась система противовоздушной обороны, в которой операции, полностью выполняемые вручную, сравнивались с операциями, выполняемыми с помощью компьютеров. Из рис. 2.3 видно, что использование компьютера было весьма эффективным для увеличения числа попаданий и уменьшения потерь. Однако компьютер, по крайней мере в первом сеансе, был более расточительным в использовании оружия, приходящегося на число угроз нападения. Поэтому в зависимости от того или иного критерия использование компьютера может быть более или менее эффективным.

В примере 11, также связанном с системой противовоздушной обороны, проводилось сравнение трех уровней «идеальных» логических операций: 1) идеализированное решение оператора при двух скоростях действий (три операции в минуту по сравнению с пятью операциями в минуту), 2) идеализированное машинное решение при нулевой задержке в выборе действия и 3) случайное машинное решение при нулевой задержке и неудачу выбранных действиях. Перечисленные выше решения были получены для двух уровней нагрузки (60 и 96 целей) и сопоставлены с эмпирическими решениями (операторов).

Идеализированные машинные решения с нулевым временем задержки были значительно лучше с точки зрения среднего процента попаданий, но не намного превосходили идеальное решение человека. Эмпирическая работа человека, хотя и была существенно хуже работы идеальной машины или идеального человека, все же была лучше, чем случайные машинные решения (табл. 3.5). Но сами по себе попадания не дают адекватной информации об эффективности работы; вторжение противника происходило при каждом идеальном машинном решении, и в большинстве случаев были потери.

Успех в аналитических «идеализированных» решениях достигался за счет почти полного расходования оборонных ресурсов (как в примере 10). Экспериментальная работа командиров, как показано в табл. 3.5, делала им честь при высоких уровнях нагрузки, в особенности если учитывать условия реального масштаба времени.

Дополнительные данные получены из другого более раннего исследования системы противовоздушной обороны с применением компьютера [73]. К сожалению, в эксперименте принимали участие только два испытуемых. С учетом этого факта можно сообщить следующее.

Различная степень автоматизации не приводила к значительным отличиям в работе системы (следует, однако, иметь в виду, что компьютер использовался во всех случаях, может быть даже и в весьма ограниченной сфере). Все способы автоматизации были более эффективны в выполнении операций по предотвращению вторжения противника при низкой нагрузке, чем высокой. Как будет подтверждено в гл. 4, в условиях высокой нагрузки (более трудная задача) испытуемые стремились к большему контролированию систем тем способом, который обеспечивает их преимущества перед компьютером. При сравнении с системой противовоздушной обороны, полностью реализуемой вручную, система, использующая компьютер, оказывалась значительно более эффективной, в особенности в условиях высокой нагрузки.

Таблица 3.5

Сравнение методов автоматизированного и ручного решения задач¹⁾

Нагрузка слежения									
60 попыток					96 попыток				
Количество установок с оружием	Количество попаданий	Потери (оружия)	Соотношение стоимости и попадания	Стоимость оружия	Попадания	Потери (оружия)	Соотношение стоимости и попадания	Стоимость оружия	Стоимость оружия
Экспериментальная группа I	5 8	65,0 56,6	7,0 8,0	3,5 3,4	138 117	65,6 59,3	13,0 16,0	3,0 3,2	188 182
Экспериментальная группа II	8	35,0	12,0	5,4	114	45,8	18,0	3,7	163
Идеальный человек	5	92,0	2,5	2,8	156	84,6	13,0	3,0	195
Идеальные машинные решения	5	92,6	4,0	3,0	163	94,6	3,3	2,7	230
Случайные машинные решения	5	56,0	4,5	5,0	164	54,0	16,0	4,5	230

¹⁾ Из книги Фокса и др., 1961, пример II.

Компьютер был очень полезен в классификации пассивных сонарных сигналов [24]. На ранних стадиях тренировки объединенная работа оператора и компьютера была хуже, чем работа одного компьютера, тогда как на более поздних стадиях была эффективнее как работа компьютера, так и оператора, действующих отдельно друг от друга.

Очевидно, простого ответа на вопрос о необходимости автоматизации не существует, что особенно подтверждается случаями, где рассматриваются функции с многими параметрами. В других экспериментах по автоматизации сравнивались «идеальные» решения (байесова логика) вероятностных заключений по проблемам принятия решений с решениями этих проблем человеком с помощью техники выполнения операций вручную. Это исследование рассматривается в гл. 4.

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ОБОРУДОВАНИЕМ И ЗАДАЧЕЙ

Выводы. Из множества возможных способов прогнозирования работы органов управления и средств отображения информации самым полезным представляется использование индекса оценки проектов — ИОП [71]. Приблизительно-оценочный подход к количественному анализу задачи представляется непродуктивным.

Примеры исследований

Любое описание задачи бессмысленно, если оно не включает в себя характеристику оборудования, которым управляют или на котором работают: естественно, что именно в этом случае специалиста по человеческим факторам интересуют отношения между оборудованием и задачей.

Фундаментальный принцип эргономики гласит, что отличающиеся друг от друга структуры проектируемых систем ведут к различным способам работы операторов. Обширная литература [79] подтверждает этот принцип. Однако, с точки зрения системного проектировщика, столь общая форма изложенного выше принципа приносит мало пользы, поскольку ему надо знать, *какие именно* изменения оборудования вызывают существенные перемены в деятельности оператора. Это гораздо более трудный вопрос, на который до сих пор не дано полного ответа.

Следующие характеристики оборудования могут влиять на работу оператора:

1. Общее количество органов управления.
2. Общее количество средств отображения информации.

3. Количество однотипных органов управления, например, кнопок.

4. Количество информационных приборов одного типа, например счетчиков.

5. Расположение органов управления.

6. Расположение средств отображения информации.

7. Соотношения между органами управления и средствами отображения информации.

8. Количество вводимых в действие (из всех имеющихся устройств) органов управления и (или) средств отображения информации, с помощью которых в любой заданный момент времени должна считываться информация.

9. Требуемое количество ответных реакций оператора: оно может и не быть равным количеству органов управления, причем последние часто используются более одного раза за один операционный цикл (точно так же возможно и многократное считывание информации с экранов дисплеев).

10. Степень сканирования, требуемая заданием (этот показатель для одного операционного цикла может быть задан лишь приблизительно).

11. Количество непредвиденных ответных реакций при работе с данным оборудованием.

12. Относительная частота функционирования отдельных органов управления и средств отображения информации.

Этот перечень можно расширить. Он, например, не включает физических характеристик отдельного органа управления или средства отображения информации индивидуального пользования (например, диаметр, длину и угол хода переключателя), которые могут повлиять на функционирование прибора (см. таблицы Мунгера и др. [61], содержащие прогностические данные об эффективности работы, представленные функцией от физических характеристик средств отображения информации молекулярного уровня). Однако в данной работе они не рассматриваются, поскольку их влияние на эффективность системы обычно бывает минимальным.

Проектировщик должен сам решить, какая из этих характеристик особенно важна. Обычно в одной и той же системе целесообразно выполнять модификацию лишь одной или максимум двух характеристик, так как их слишком много и они тесно связаны друг с другом. Разумеется, каждая из характеристик важна сама по себе, когда в ходе эксперимента она апробируется в отдельности. Однако такого рода ответ эргономиста, часто предлагаемый проектировщику, не приносит пользы. К сожалению, характеристики проектируемой конструкции воздействуют на функционирование системы не

в отдельности, а интегрированно. Какая же из характеристик в большей степени влияет на работу оператора?

Мы знаем, что проектировщика интересуют лишь те характеристики, которые особенно сильно влияют на выполнение операций. Более того, для него важны лишь те величины (связанные с проектом) характеристик, которые значительно улучшают или ухудшают работу оператора. Возьмем, например, такую характеристику, как количество дисплеев на пульте оператора: допустим, что работа оператора зависит от этой характеристики, и определим эффективность как функцию от этой характеристики. Пусть в работе не происходит заметного изменения по мере увеличения количества дисплеев до некоторого числа n , а при добавлении еще одного, когда оно становится равным $n + 1$, наблюдается значительное снижение в эффективности выполнения. Тогда порядковый номер последнего прибора и есть та величина, которая интересует проектировщика; незначительные изменения в работе, вызываемые n приборами, его не интересуют.

Дело осложняется еще и тем, что значение одной и той же величины меняется в зависимости от связанных с ней других характеристик системы «оборудование — задача». Например, компоновка дисплеев на пульте может иметь значение для оператора, выполняющего многофункциональную задачу, и не оказывать влияния на выполнение однофункциональной задачи.

Несмотря на важность темы, до сих пор было предпринято мало усилий для разработки количественных показателей, прогнозирующих функционирование системы «оборудование — задача». Ниже рассматривается одно из главных исследований отношений между оборудованием и задачами.

Пример 79. Целью данного трехэтапного исследования было выяснение возможности количественного описания задач и прогнозирования эффективности тренировочных устройств, используемых в военно-морском флоте. Задуманный проект не завершился разработкой вполне приемлемой таблицы показателей. Однако в ходе исследования подтвердилась рациональность рассмотрения поставленной проблемы и возможность ее решения, хотя для этого потребуется проделать в дальнейшем гораздо большую работу.

Общий метод исследования заключался в выборе большого количества возможных характеристик (показателей) и совершенствовании составленного перечня путем указания на то, насколько хорошо они описаны и как они дифференцируются по задачам и типам тренажеров (такой метод могут назвать «грубой» техникой по сравнению с методом, основанным на модели функционирования системы «оборудование — оператор»). Выбранные показатели сначала включали 13 характери-

стик задачи, в том числе оценочные шкалы, разработанные для проекта таксономии Флейшманом и др. [38], ИОП [71], несколько показателей по компоновке панели, разработанных Фаулером и др. [39]. К перечисленным выше общим показателям, характеризующим задачи и тренажеры, были добавлены 25 специальных дескрипторов, характеризующих наблюдение за тренажерами и за выполнением задач. Всего было собрано 29 общих и 15 специальных показателей, а также 10 дескрипторов по технике обучения.

Затем все собранные показатели применялись к аналитическим данным, собранным на трех сонарных устройствах. Хотя результаты, полученные при применении 15 специфических и 10 тренировочных показателей, оказались неубедительными, а ряд общих показателей оказался неэффективным, результаты на первом этапе исследования были обнадеживающими [83].

На втором этапе исследования перечень дескрипторов был улучшен путем удаления неэффективных и добавления новых показателей. Новый перечень был вновь применен к аналитическим данным, собранным на устройствах в полевых условиях. Кроме того, был спроектирован комплексный сонарный тренажер; его можно было модифицировать так, чтобы панели управления видоизменялись в соответствии с 17 проектными показателями, выбранными для исследования (например, сложностью, степенью использований и обратной связью). Цель заключалась в том, чтобы применить эти показатели для прогнозирования работы оператора с разными вариантами устройства. Испытуемые обучались работе на всех вариантах. Если показатели были эффективными, следовало составить прогноз результатов работы испытуемого для каждого варианта оборудования.

Результаты обследования сонаров в общем были обнадеживающими. Удалось установить значительную и многообразную корреляцию между количественными показателями задачи и скоростью, а также точностью работы оператора во время обучения.

На третьем этапе исследования усовершенствованный перечень показателей применялся в ситуации экспериментального обучения, разработанной на втором этапе. И в этом случае испытуемые обучались работать на разных вариантах оборудования, а прогнозирующие показатели были скоррелированы с эффективностью работы. Кроме того, были разработаны уравнения регрессии, с помощью которых измерялась возможность прогнозирования эффективности работы во время приобретения навыков и при переходе оператора на работу с другими вариантами экспериментального оборудования с помощью различ-

ных сочетаний показателей. В табл. 3.6 приведены определения апробированных показателей. Показатели, которые по завершении проекта оказались наиболее эффективными, представлены в табл. 3.7.

Самым важным и всеобъемлющим оказался индекс оценки проектов (ИОП), поскольку он характеризует информационный поток. Этот показатель широко используется при анализе целого ряда систем, таких, как система наблюдения, система управления ведением огня и система коммуникации. Подтвердилась важность такого фактора, как задействованность оборудования, отражаемого показателем $E\%$, т. е. количеством элементов оборудования, выраженным в процентах. Задействованность обратно пропорциональна эффективности задачи: по мере снижения задействованности оборудования эффективность выполнения задачи во время обучения возрастает.

Как показано в табл. 3.7, характер прогнозирования меняется в зависимости от критериев измерения и их временных параметров. Таким образом, упрощенный подход описательного плана к количественному анализу задачи представляется непродуктивным.

Хотя предыдущие примеры как будто подтвердили эту точку зрения, представляется целесообразным подтвердить предположение о том, что различия в выполнении задачи возрастают в зависимости от сложности оборудования (и, следовательно, задачи). Это показано на рис. 3.6, на котором скорость формирования навыка представлена в прямо пропорциональной зависимости от сложности панели управления. (Обращает на себя внимание значительное, хотя и не столь заметное влияние сложности на объем допущенных ошибок). Однако различия в работе, зависящие от сложности оборудования, уменьшаются в процессе обучения. К сожалению, у нас нет сравнительных данных, характеризующих работу хорошо обученных операторов.

Не обнаружено четко выраженного влияния задействованности оборудования на количество ошибок. Повышение уровня задействованности вело к увеличению времени выполнения задачи, хотя количество ответных реакций было постоянным на любом уровне задействованности. Однако задействованность не оказывала заметного влияния на количество ошибок, допускаемых во время переноса навыков работы при замене одного типа оборудования другим.

Хотя результаты настоящего исследования относятся только к довольно простой работе с пультом управления, они подтверждают, что сложность задачи является существенной критической характеристикой. Исследование дает основание предпола-

Характеристики задач, исследованные в примере 79¹⁾

1. MAIN (главный) — количество ответных реакций, составляющих *главную* или преобладающую последовательность процессов в операционном потоке²⁾.
2. CNTG — количество ответных реакций, составляющих вспомогательные или *непредвиденные* изменения последовательности процессов²⁾.
3. TA — общее количество ответных реакций (*действий*), составляющих последовательность процессов в операционном потоке (данный показатель представляет собой сумму двух первых показателей).
4. CONT — общее количество различных *органов управления*, приводимых в действие в процессе выполнения подзадачи.
5. DISP — общее количество различных средств отображения информации, используемых в процессе выполнения подзадачи.
6. E — общее количество задействованных *элементов* оборудования (данный показатель представляет собой сумму двух предыдущих показателей).
7. LV — *величина связи* — показатель, отражающий относительную стабильность в последовательности использования различных органов управления и средств отображения информации (данный показатель представляет собой сумму произведений количества и времени использования связей последовательности, а также процентное выражение использования связи).
8. AA% — показатель, отражающий в процентах количество *альтернативных действий*, выполняемых в ходе одной операции. Если данный показатель равен 0%, это значит, что используется максимальное количество альтернативных связей, и каждая из них — одинаково часто; 100% означает, что имеет место только одна связь на входе и выходе каждого органа управления и частота их использования одинакова.
9. F% — еще один показатель [39], характеризующий область, в пределах которой все органы управления и средства отображения информации используются одинаковое количество раз (0%) или теоретически возможное оптимальное количество раз (100%).
10. DEI — мера эффективности информационного потока, поступающего от оператора к соответствующим органам управления. Показатель дает приближительную оценку всей композиционной структуры используемых средств отображения информации и органов управления.
- 11—13. D%, C% и E% — отношения количества средств отображения информации, органов управления и комбинированных элементов оборудования, используемых оператором, к общему количеству указанных элементов, предназначенных для использования.
- 14—17. CRPS, FBR, INFO, INST характеризуют частоту, с которой оператор осуществляет свои действия в процессе выполнения задачи. Сюда включены ответные реакции, связанные с манипулированием органами управления (CRPS), с обеспечением обратной связи (FBR), с получением информации (INFO), а также действия, выполняемые прежде всего по указанию инструктора (INST)²⁾

1) Мирабелла и Уитон, 1974, пример 79.

2) Эти показатели исключены до проведения анализа данных, выполняемого на этапе III. Два из них — MAIN и CNTG — были исключены вследствие их почти полной коррелированности с TA. Третий — INST — был инвариантен в отношении любого рассматриваемого процесса и поэтому также исключен.

Сводные результаты множественного регрессивного анализа показателей, характеризующих систему «оборудование—задача»¹⁾

Критерии	Остаточные показатели эффективности выполнения			Неупорядоченные показатели		
	коэффициент множественной корреляции	коэффициент F	показатели в порядке отбора, произведенного в результате регрессивного анализа	коэффициент множественной корреляции	коэффициент F	показатели в порядке отбора, произведенного в результате регрессивного анализа
Опыты	Мера времени					
1—2	0,693	4,9 ²⁾	E%, DEI CONT	0,874	17,30 ³⁾	DEI, FBR, E%
7—8	0,673	4,41 ²⁾	C%, F%, INFO	0,908	25,15 ³⁾	DEI, E%, C%
13—15	0,619	3,31 ⁴⁾	C%, DEI, DISP	0,920	29,60 ³⁾	TA, DEI, C%
	Мера ошибок					
1—2	0,474	1,55	E%, F%, D%	0,669	4,32 ⁴⁾	DEI, LV, E%
7—8	0,670	4,33 ²⁾	DEI, FBR, C%	0,809	10,13 ³⁾	DEI, CRPS, FBR
13—15	0,527	2,05	DEI, DISP, AA%	0,766	4,56 ³⁾	CRPS, AA%, DEI

1) См. Мирабелла и Унгои, 1974, пример 79.

2) $p=0,025$.

3) $p=0,01$.

4) $p=0,05$.

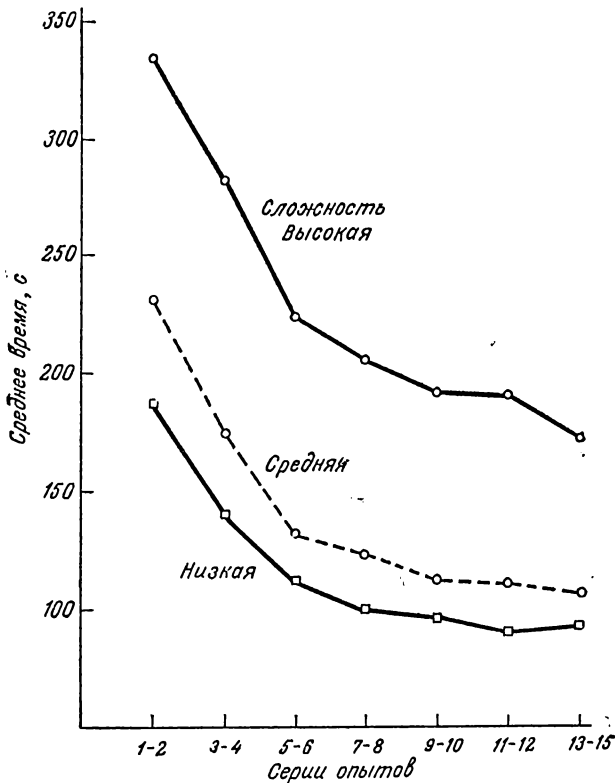


Рис. 3.6. Эффективность работы как функция сложности задачи (печатается с разрешения из работы Мирабелла и Уитона, 1974, пример 79).

гать, что относительная важность отдельных характеристик задачи меняется в зависимости от тренированности оператора. Следовательно, необходимо изучать эффективность выполнения задачи как в процессе обучения, так и *после* ее полного освоения оператором (см. также модели выполнения задачи, стр. 181).

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Количество экспериментальных работ, проведенных с целью изучения объемной модели задач, сравнительно невелико. Кроме того, почти отсутствует информация об особенностях выполнения задач в условиях реальной действительности.

2. В бихевиористских исследованиях рассматривался широкий круг задач. К сожалению, конкретные переменные величины редко исследовались применительно к задачам разных

типов, что затрудняет попытки распространения выводов за рамки той специфической задачи, которая исследовалась.

3. Переменная эффективности труда оператора примерно на 50 % определяется типом задачи; однако такая оценка базируется лишь на одном-двух исследованиях, задачи которых не связаны с системой «человек-машина».

4. Некоторые характеристики задачи (например, сложность и организация) имеют несколько параметров. Лишь одна характеристика (структурирование) имеет один параметр. Сложность является важнейшей характеристикой, определяемой взаимоотношениями между всеми остальными характеристиками задачи. Влияние других характеристик часто воспринимается оператором как легкость или трудность выполнения задачи.

5. Задачи могут измеряться в следующих границах: структурированная — хаотичная, простая — сложная, организованная — неорганизованная и легкая — трудная. Позитивные характеристики задачи (структурированная, простая, организованная и легкая) ведут к повышению, а негативные (хаотичная, сложная, неорганизованная и трудная) — снижению эффективности работы оператора. Влияние этих характеристик уменьшается при обучении операторов. Предполагается, что если задача легкая, влияние максимальных различий зависимых переменных проявляется на более раннем, и если трудная — на более позднем этапе ее выполнения.

6. Операторы используют структурирование для разработки стратегий, уменьшающих трудность задачи. Хотя сложность задачи и снижает эффективность работы оператора, ее влияние не является инвариантным: если задача очень проста и носит повторяющийся характер, сложность может и улучшить работу оператора, снижая ее монотонность.

7. Исходя из результатов выполнения отдельных компонентов задачи, можно прогнозировать выполнение сложных психомоторных задач в целом. Предварительный практический опыт работы с сочетаниями компонентов задачи дает основания для более точного прогнозирования выполнения задачи в целом, чем опыт работы с отдельными компонентами. Прогнозы, сделанные на основании работы с двумя компонентами, столь же эффективны, как и прогнозы, сделанные на основании работы с тремя или большим количеством компонентов. На эффективность выполнения задачи в целом влияет порядок, в котором выполняются ее отдельные компоненты.

8. Если две задачи выполняются одновременно одним и тем же оператором, снижается эффективность выполнения одной или обеих задач (см. также и гл. 2, где обсуждались результаты выполнения многофункциональных задач).

9. Организация задачи является не столь важной переменной, как сложность или трудность. Независимая организация (определяемая индивидуальной работой операторов) эффективнее, чем организация, требующая взаимодействия между операторами. Индивидуальная подготовка операторов предпочтительнее коллективной, даже если она ориентирована на выполнение задач, связанных с взаимодействием между операторами.

10. Эффективность автоматизации, вводимой с целью улучшения функционирования системы, зависит от того, какие функции, выполнявшиеся ранее оператором вручную, автоматизируются.

11. Разные количественные характеристики взаимоотношений между оборудованием и задачей имеют тесную связь со скоростью и точностью, что допускает возможность разработки количественных показателей прогнозирования. Однако по отдельному показателю нельзя прогнозировать эффективность выполнения задачи; необходимы законченные системы показателей.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ

Предлагаются следующие рекомендации:

1. Задачи должны быть предельно простыми; для этого следует стремиться к уменьшению количества входных сигналов и требуемых ответных реакций. Необходимо по возможности до минимума сокращать количество непредвиденных реакций, что, однако, бывает трудно сделать, если сама природа системы требует выполнения определенных операций.

2. В общем многооператорная система должна быть спроектирована так, чтобы операторы, выполняющие аналогичные функции, не взаимодействовали друг с другом. Чем шире контакты между операторами, тем больше внимания распределяется между выполняемыми функциями и функциями общения.

3. Если система предусматривает взаимодействие между операторами, первоначальная тренировка должна все-таки ориентироваться на индивидуальные, а не групповые операции, однако тренировка должна отвечать и требованиям взаимодействия в процессе выполнения задачи.

4. При определении порядка, в котором должны выполняться задачи, следует заботиться о предельном структурировании задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams J. A., The Relationship Between Certain Measures of Ability and the Acquisition of a Psychomotor Response, *J. Gen. Psychol.*, 56, 121—134 (1957).
2. Adams J. A., Motor Skills, *Ann. Rev. Psychol.*, 15, 181—202 (1964).
3. Alexander L. T. et al., The Effectiveness of Knowledge of Results in a Military System Training Program, *J. Appl. Psychol.*, 46, 202—211 (1962).
4. Alexander L. T., Cooperband A. S., The Effect of Rule Flexibility on System Adaptation, *Hum. Factors*, 6, 209—220 (1964).
5. Alluisi E. A., Methodology in the Use of Synthetic Tasks to Assess Complex Performance, *Hum. Factors*, 9, 375—384 (1967).
6. Alvares K. M., Hulin C. L., Two Explanations of Temporal Changes in Ability-Skill Relationships: a Literature Review and Theoretical Analysis, *Hum. Factors*, 14, 295—308 (1972). см. также Dunham R. B., Ability-Skill Relationships, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 12, 377—382 (1974).
7. Berliner C. et al., Behaviors, Measures and Instruments for Performance Evaluation in Simulated Environments, Paper presented at Symposium and Workshop on the Quantification of Human Performance, Albuquerque, N. M., August 1964.
8. Bilodeau E. A., Variations in Knowledge of Component Performance and Its Effects upon Part-Part and Part-Whole Relations, *J. Exp. Psychol.*, 50, 215—224 (1955).
9. Blanchard R. E., Requirements, Concept and Specification for a Navy Human Performance Data Store, Report 102-2, Contract NOO140-72S-9351, Behaviormetrics, Santa Monica, Calif., April 1973.
10. Briggs G. E., Johnston W. A., Team Training Research, Report NAVTRADEVCEEN 1327-2, Naval Training Devices Center, Port Washington, N. Y., November 1965 (AD 477-963).
11. Briggs G. E., Johnston W. A., Laboratory Research on Team Training, Report NAVTRADEVCEEN 1327-3, Naval Training Center, Port Washington, N. Y., May 1966 (AD 485-636).
12. Briggs G. E., Johnston W. A., Team Training Report NAVTRADEVCEEN 1327-2, Naval Training Devices Center, Orlando, Fla., June 1967 (AD 660-019).
13. Briggs G. E., Naylor J. C., Experiments on Team Training in a CIC-Type Task Environment, Report NAVTRADEVCEEN 1327-1, Naval Training Devices Center, Port Washington, N. Y., June 1964 (AD 608-309).
14. Broadbent D. E., Some Effects of Noise on Visual Performance, *Quart. J. Exp. Psychol.*, 6, 1—5 (1954).
15. Broadbent D. E., S-R Compatibility and the Processing of Information, *Acta Psychol.*, 23, 325—327 (1964).
16. Carter L. et al., The Behavior of Leaders and Other Group Members, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 46, 589—595 (1950).
17. Carter L. et al., The Relation of Categorizations and Ratings in the Observation of Group Behavior, *Hum. Relat.*, 4, 239—254 (1951).
18. Chambers A. N., Development of a Taxonomy of Human Performance: A Heuristic Model for the Development of Classification Systems, Technical Report 4A, American Institute for Research, Silver Spring, Md., October 1969.
19. Chambers R. M., Effect of Knowledge of Results on the Learning and Structure of a Complex Psychomotor Skill, Paper Presented at the Eastern Psychological Association, Philadelphia, 1958.
20. Chambers R. M., Transfer of Training among Components within a Complex Psychomotor Task, Paper Presented at the Midwestern Psychological Association, Detroit, 1958.

21. Chapman R. L. et al., The System Research Laboratory's Air Defense Experiments, *Manage. Sci.*, 5, 250—269 (1959).
22. Christensen J. M., Mills R. G., What Does the Operator Do in Complex Systems? *Hum. Factors*, 9, 329—340 (1967).
23. Colson K. R. et al., Development of an Informational Taxonomy of Visual Displays for Army Tactical Data Systems, Research Memo 74-4, U. S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Arlington, Va., 1974.
24. Corcoran D. W. J. et al., The Cooperation of Man and Computer in classification, Royal Naval Personnel Committee, October 1970 (AD 787-024).
25. Cotterman T. E., Task Classification: An Approach to Partially Ordering Information on Human Learning, Report WADC-TN-58-374, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1959 (AD 210-716).
26. Crossman E. R. F. W. et al., The Impact of Technological Change on Manpower and Skill Demand: Case Study Data and Policy Implications, Department of Industrial Engineering and Operations Research, University of California, Berkeley, February 1969 (PBI88 694).
27. Davies D. R., Tunc G. S., Human Vigilance Performance, American Elsevier, New York, 1969.
28. Deutsch M., Task Structure and Group Process, *Am. Psychol.*, 6, 324—325 (1951) (краткое изложение).
29. Dodd W. E. et al., Task difficulty as a moderator of long-range prediction, *J. Appl. Psychol.*, 54, 265—270 (1970).
30. Fineberg M. L., Navigation and Flight Proficiency under Nap of the Earth Conditions as a Function of Aviator Training and Experience, *Proceedings*, Human Factors Society Meeting, October 1974, 249—254.
31. Finley D. L. et al., Human Performance Prediction in Man-Machine Systems: Vol. I, NASA Report CR-1614, Ames Research Center, Moffett Field, Calif., August 1970.
32. Fitts P. M. et al. (Eds.), Human Engineering for an Effective Air Navigation and Traffic Control System, National Research Council, Washington, D. C., 1951. (AD 133-954).
33. Fleishman E. A., Hempel W. E., Factorial Analysis of Complex Psychomotor Performance, *Exp. Psychol.*, 60, 162—171 (1960).
34. Fleishman E. A., Human Abilities and the Acquisition of Skill, In E. A. Bilodeau (Ed.), Acquisition of Skill, Academic Press, New York, 147—167, 1966.
35. Fleishman E. A., Performance Assessment Based on an Empirically Derived Task Taxonomy, *Hum. Factors*, 9, 349—366 (1967).
36. Fleishman E. A., Hempel W. E., Changes in Factor Structure of a Complex Psychomotor Test as a Function of Practice, *Psychometrika*, 18, 239—252 (1954).
37. Fleishman E. A., Hempel W. E., Factorial Analysis of Complex Psychomotor Performance and Related Skills, *J. Appl. Psychol.*, 40, 96—104 (1956).
38. Fleishman E. A. et al., Development of a Taxonomy of Human Performance: A Review of the Second Year's Progress, Report AIR-726-1/70-TPR, American Institute for Research, Silver Spring, Md., 1970.
39. Fowler R. L. et al., An Investigation of the Relationship Between Operator Performance and Operator Panel Layout for Continuous Tasks, Report AMRL-TR-69-170, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, December 1968 (AD 692-126).
40. Gagne R. M., The Conditions of Learning, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1965.
41. Glanzer M., Glaser R., Techniques for the Study of Group Structure and Behavior: II. Empirical Studies of Effects of Structure in Small Groups, *Psychol. Bull.*, 58, 1—27 (1961).
42. Hakel M. D., Task Difficulty and Personality Test Validity, *Psychol. Rep.*, 22, 502 (1968).

43. Horrocks J. E. et al., Team Training II: Individual Learning and Team Performance, Report NAVTRADEVCEEN 198-2, Naval Training Devices Center, Port Washington, N. Y., August 1960 (AD 247-147).
44. Jordan N., The Allocation of Functions Between Man and Machines in Automated Systems, Report P-2310, Rand Corp., Santa Monica, Calif., May 1961 (AD 782-780).
45. Kidd J. C., A Summary of Research Methods, Operator Characteristics and System Design Specifications Based on the Study of a Simulated Radar Air Traffic Control System, Report WADC-TR-59-236, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, July 1959 (AD 235-126).
46. Klaus D. J., Glaser R., Reinforcement Determinants of Team Proficiency, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 5 (1), 33—67 (1970).
47. Krumm R. L., Farina A. J., Effectiveness of Integrated Flight Simulator Training in Promoting B-52 Crew Coordination, Report AMRL-TR-62-1, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1962 (AD 273-891).
48. Lanzetta J. T., Roby T. B., Group Performance as a Function of Work Distribution Patterns and Task Load, *Sociometry*, 19, 95—104 (1956).
49. Lanzetta J. T., Roby T. B., Group Learning and Communications as a Function of Task and Structure «Demands», *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 55, 121—131 (1957).
50. Levine J. M. et al., Evaluation of an Abilities Classification System for Integrating and Generalizing Human Performance Research Findings: An Application to Vigilance Tasks, *J. Appl. Psychol.*, 58 (2), 149—157 (1973).
51. Mackworth N. H., Researches on the Measurement of Human Performance, Medical Research Council Special Report Series 268, H. M. Stationary Office, England, London, 1950; см. также книгу: H. W. Sinaiko (Ed.), Selected Papers on Human Factors in the Design and Use of Control Systems, Dover, New York, 174—331, 1961.
52. McGrath J. E., Altman I., Small Group Research, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1966.
53. Meister D., Mills R. G., Development of Human Performance Reliability Data System, Annals of Reliability and Maintainability, American Society of Mechanical Engineers, New York, 425—439, 1971.
54. Melton A. W., Briggs G. E., Engineering Psychology, *Ann. Rev. Psychol.*, 11, 71—98 (1960).
55. Miller R. B., A Method for Man-Machine Task Analysis, Report WADC-TR-53-137, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1953 (AD 15921).
56. Miller R. B., Task Taxonomy: Science or Technology? In W. T. Singleton et al. (Eds.), The Human Operator in Complex Systems, Taylor & Francis, London, 67—76, 1967.
57. Miller R. B., Development of a Taxonomy of Human Performance: Design of a Systems Task Vocabulary, Technical Report II, American Institute for Research, Silver Spring, Md., March 1971.
58. Miller R. B., A Method for Determining Task Strategies, Report AFHRL-TR-74-26, American Institute for Research, Silver Spring, Md., May 1974 (AD 783-847).
59. Mills R. G., Hatfield S. A., Sequential Task Performance: Task Module Relationships, Reliabilities and Times, *Hum. Factors*, 16, 117—128 (1974).
60. Monty R. A., Keeping Track of Sequential Events: Implications for the Design of Displays, *Ergonomics*, 16, 443—454 (1973).
61. Munger S. J. et al., An Index of Electronic Equipment Operability: Data Store, Report AIR-C43-1/62/RP(1), American Institute for Research, Pittsburgh, January 1962; эти таблицы перепечатаны из книги: W. G. Ireson (Ed.) Handbook of Reliability, Section 12, Human Factors in Reliability, McGraw-Hill, New York, 1966.

62. Park J. F., Payne M. C., Effects of Noise Level and Difficulty of Task in Performing Division, *J. Appl. Psychol.*, **47**, 367—368 (1963).
63. Parsons H. M., Man-Machine System Experiments, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1972.
64. Poulton E. C., Tracking Skill and Manual Control, Academic Press, New York, 1974.
65. Roby T. B., Lanzetta J. T., Work Group Structure, Communication, and Group Performance, *Sociometry*, **19**, 105—113 (1956).
66. Sackman H., Computers, System Science, and Evolving Society, Wiley, New York, 1967.
67. Shaw M. E., Scaling Group Task: A Method for Dimensional Analysis, Technical Report 1, Contract Nonr-580 (11), University of Florida, 1963.
68. Shaw M. E., Communications Networks, In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Academic Press, New York, 111—147, 1964.
69. Shiflett S. C., Performance Effectiveness and Efficiency under Different Dyadic Work Strategies, *J. Appl. Psychol.*, **57**, 257—263 (1973).
70. Sidorsky R. C. et al., Behavioral and Operational Aspects of Tactical Decision-Making in AAW and ASW, Report NAVTRADEVCEEN, 1329-T, Naval Training Devices Center, Port Washington, N. Y., August 1964 (AD 607-888).
71. Siegel A. I. et al., The Display Evaluative Index Technique for Evaluating Equipment Systems from an Information Transfer Point of View, *Hum. Factors*, **6**, 279—286 (1964).
72. Siegel A. I., Federman P. J., Communication Content Training as an Ingredient in Effective Team Performance, *Ergonomics*, **16**, 403—416 (1973).
73. Sinaiko H. W., Artful: An Experimental Study of an Automatic Air Defense System under Varying Conditions of Human Intervention, Report B-104, Control Systems Laboratory, Univ. of Illinois, June 1958 (AD 162-664.)
74. Singleton W. T., Theoretical Approaches to Human Error, *Ergonomics*, **16**, (6), 727—737 (1973).
75. Steiner I. D., Models for Inferring Relationships between Group Size and Potential Group Productivity, *Behav. Sci.* **11**, 273—283 (1966).
76. Taylor J. C., Advanced Technology and Work Group Behavior in a Setting of Planned Social Change: A Replication Study Technical Report, Contract N00014-67-0013, Institute for Social Research, University of Michigan, July 1970 (AD 711-310).
77. Teichner W. H., Fleishman E. A., Development of a Taxonomy of Human Performance: Evaluation of a Human Performance Classification System for Generalizing Human Learning Data, Technical Report, 8, American Institute for Research, Silver Spring, Md., 1971.
78. Teichner W. H., Olson D. E., A Preliminary Theory of the Effects of Task and Environmental Factors on Human Performance, *Hum. Factors*, **13**, 295—344 (1971).
79. Van Cott H. P., Kinkade R. G. (Eds.), Human Engineering Guide to Equipment Design (Rev. ed.), Government Printing Office, Washington, D. C., 1972.
80. Weitz J., Criteria for Criteria, *Am. Psychol.*, **16**, 228—231 (1961).
81. Weitz J., The Use of Criterional Measures, *Psychol. Rep.*, **14**, 803—817 (1964).
82. Weitz J., Criteria and Transfer of Training, *Psychol. Rep.*, **19**, 195—210 (1966).
83. Wheaton G. R. et al., Trainee and Instructor Task Quantification: Development of Quantitative Indices and a Predictive Methodology, Report NAVTRADEVCEEN 691C-0278-1, Naval Training Devices Center, Orlando, Fla., 1971 (AD 722-423).
84. Wheaton G. R., Mirabella A., Effects of Task Index Variations on Training Effectiveness Criteria, Report NAVTRAEQUIPCEN 71-C-0059-1, Naval Training Equipment Center, Orlando, Fla., 1972.

ЛИТЕРАТУРА К ПРИМЕРАМ

Пример 60. Morris C. G., Task Effects on Group Interaction, *J. Pers. Soc. Psychol.*, 4 (5), 545—554 (1966).

Пример 61. Hackman J. R. Effects of Task Characteristics on Group Products, *J. Exp. Soc. Psychol.*, 4, 162—187 (1968).

Пример 62. Noble M., Trumbo D., The Organization of Skilled Response, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 2, 1—25 (1967).

Пример 63. Shaw M. E., Blum J. M., Group Performance as a Function of Task Difficulty and the Group's Awareness of Member Satisfaction, *J. Appl. Psychol.*, 49 (3), 151—154 (1965).

Пример 64. Morrisette J. O. et al., Group Performance as a Function of Size, Structure and Task Difficulty, *J. Pers. Soc. Psychol.*, 2 (3), 451—455 (1965).

Пример 65. Morrisette J. O., Group Performance as a Function of Task Difficulty and Size and Structure of Group: II. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 3 (3), 357—359 (1966).

Пример 66. Levine E. L., Weitz J., Relationship between Task Difficulty and the Criterion: Should We Measure Early or Late? *J. Appl. Psychol.*, 55 (6), 512—520 (1971).

Пример 67. Naylor J. C. et al., The Effects of Task Organization, Training Time, and Retention Interval on the Retention of Skill, Report AMRL-TDR-62-107, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, September 1962 (AD 288-890).

Пример 68. Lanzetta J. T., Roby T. B., Effects of Work-Group Structure and Certain Task Variables on Group Performance, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 53, 307—314 (1956).

Пример 69. Zink D. L., The Development of Role Differentiation in Dyads as a Function of Task Complexity, *Am. Psychol.*, 12, 371 (1957).

Пример 70. Boggs D. H., Simon J. R., Differential Effects of Noise on Tasks of Varying Complexity, *J. Appl. Psychol.*, 52 (2), 148—153 (1968).

Пример 71. Naylor J. C., Briggs G. E., Team Training Effectiveness under Various Conditions, *J. Appl. Psychol.*, 49 (4), 223—229 (1965).

Пример 72. Davies D. R. et al., The Effects of Complexity and Uncertainty upon Performance at a Problem-Solving Task, *Psychonomic Sci.*, 27 (4), 193—194 (1972).

Пример 73. Pepinsky P. N. et al., Motivational Factors in Individual and Group Productivity, III: The Effects of Task Complexity and Time Pressure upon Team Productivity, Ohio State University Research Foundation, Columbus, 1956 (AD 113-197).

Пример 74. Kennedy R. S., A Comparison of Performance on Visual and Auditory Monitoring Tasks, *Hum. Factors*, 13 (2), 93—97 (1971).

Пример 75. Briggs G. E., Naylor J. C., Experiments on Team Training in a CIC-Type Task Environment, Report NAVTRADEVCEEN 1327-1, (Exp. II), Naval Training Devices Center, Port Washington, N. Y., June 1964 (AD 608-309).

Пример 76. Fleishman E. A., The Prediction of Total Task Performance from Prior Practice on Task Components, *Hum. Factors*, 7, 18—27 (1965).

Пример 77. Freedle R. O. et al., Studies of Component-Total Task Relations: Order of Component-Total Task Practice and Total Task Predictability, *Hum. Factors*, 10, 283—296 (1968).

Пример 78. Zavala A., Geist A. M., Component-Total Task Relationships: Simple and Sequential Practice Effects, *Hum. Factors*, 10, 333—343 (1968).

Пример 79. Mirabella A., Wheaton G. R., Effects of Task Index Variations on Transfer of Training Criteria, Report NAVTRAEQUIPCEN 72-C-0126-1, Naval Training Equipment Center, Orlando, Fla., January 1974 (AD 773-047/7GA),

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ

Наиболее важной функцией оператора является принятие решения. В этой главе рассматривается научная литература, относящаяся прежде всего к работе операторов недетерминированных систем. Охарактеризовано влияние входных переменных величин (т. е. входной скорости и достоверности сигналов) на процесс принятия решения, а также такое присущее оператору свойство, как консерватизм, отрицательно сказывающийся на его деятельности. Особое внимание уделено сравнению процессов принятия решения человеком и машиной, а также сделана попытка определить, когда и каким образом можно автоматизировать эту функцию.

ВВЕДЕНИЕ

Хотя по проблеме принятия решения имеется обширная литература, описываемые в ней исследования в основном рассматривают индивида в статических и весьма абстрактных ситуациях, акцентируя внимание на вопросе о «рациональности» человека (т. е. на вопросе о том, насколько экономно его логическое мышление).

В данной главе сделана попытка использовать исследования, характеризующие процесс принятия решения, применительно к условиям системы и определить взаимное влияние системы и результатов принятия решения оператором. Поэтому здесь приводятся не общие описания процесса принятия решения, а отобраны весьма конкретные исследования, характерные для данной проблемы. Что касается общих вопросов принятия решения, то читатели могут обратиться к работам Эдвардса [18], Беккера и Макклитока [6], Рапопорта и Уолстена [77], а также Яи [58].

Материал этой главы имеет самое непосредственное отношение к процессам принятия решения в системах (например, оперативному командному управлению) и подсистемах (например, организации управления системой). Можно предположить, что по мере того, как система становится все более недетерминированной, процесс принятия решения приобретает все большее значение. В гл. 5 приводятся дополнительные примеры процесса принятия решения и групповой деятельности.

Определения

Как и формальные определения системы (гл. 1), формальные определения процесса принятия решения неудовлетворительны уже потому, что характеристики последнего изменяются

в зависимости от типа задачи. С формальной точки зрения выбор переключателя на пульте управления в процессе работы и разработку программы снижения инфляции можно в одинаковой степени считать принятием решения; однако мы воспринимаем эти виды деятельности как совершенно разные процессы. Нельзя приравнивать принятие решения и к процессу обработки информации, поскольку последний присутствует во многих функциях (например, при ведении цели), которые могут и не требовать решения проблем или выбора альтернативных вариантов. Так как любое изучаемое поведение оператора может стать частью принятия решения или быть каким-то образом с ним связанным, всеобъемлющее определение этого процесса становится синонимичным обобщенному определению поведения оператора в когнитивном процессе. Поэтому лучше всего определить принятие решения путем идентификации отдельных компонентов поведения оператора.

Синтезируя модели принятия решения, Шренк [84] выделяет три основных этапа: осознание проблемы, понимание (оценка) проблемы и выбор действия. Эти основные этапы можно подразделить на более мелкие стадии процесса принятия решения, перечисленные в табл. 4.1 (хотя ни отдельно друг от друга, ни в совокупности приведенные ниже стадии не могут полностью охарактеризовать принятие решения). Каждая из них присутствует в какой-то момент в различных решениях.

Таблица 4.1

Стадии процесса принятия решения

1. Определение наличия проблемы, требующей принятия решения.
 2. Определение характера проблемы, для чего требуется анализ входных сигналов и вынесение заключения относительно:
 - а) их специфических характеристик,
 - б) их отношения к проблеме,
 - в) причины возникновения проблемы,
 - г) характеристик среды, создающей входные сигналы данной проблемы (например, определенных событий или явлений, происходящих в среде).
 3. Определения существования или возможности разработки нескольких альтернативных решений проблемы.
 4. Определение соотношения между входными сигналами и упомянутыми альтернативными решениями.
 5. Выбор одного из альтернативных решений путем:
 - а) оценки вероятности успешного решения проблемы P_s ,
 - б) суммирования P_s отдельных ответных реакций при наличии большого количества факторов,
 - в) оценки стоимости и результата альтернативных решений,
 - г) сравнения альтернативных решений, используя показатели п. «в».
 6. Осуществление ответной реакции на основе принятого решения.
 7. Определение по обратной связи адекватности выбранной ответной реакции.
-

Вышеназванные стадии поведения оператора возникают последовательно и логически. Каждая из них зависит от предыдущей и в свою очередь является началом следующей. Однако в действительности в процессе принятия решения различные стадии незаметно переходят из одной в другую, и тот, кто принимает решение, может не осознавать последовательной смены стадии в своем поведении.

Типы задач принятия решений

Исследование поведения человека в процессе принятия решения в основном ограничивается задачами, связанными с выбором одного или нескольких независимых решений из ряда статических альтернативных вариантов (см. например, [5, 76]), отличающихся друг от друга величинами P_s , стоимостью и (или) результатами.

Решения в реальной действительности обычно не укладываются в эти жесткие рамки, а выводы лабораторных исследований не могут быть полностью применимы к менее упорядоченным ситуациям. Например, Микер и др. [63] указывают, что элементы проблем (по крайней мере в военной сфере) не встречаются в виде компактного блока, а рассеяны хаотически во времени. Нет никакой гарантии, что какой-либо отдельный элемент информации релевантен данной проблеме. Но ведь может оказаться весьма затруднительным определить, где начинается и где кончается проблема. Проблемы могут накладываться одна на другую по времени и по условиям. Ситуация проблемы может с течением времени значительно изменяться. Решения проблемы, как правило, связаны с целым рядом подзадач (защита целей, уменьшение потерь до минимума и т. п., так же как и соотношение попаданий), поэтому проблемы могут разворачиваться как серии подпроблем, каждая из которых связана с соответствующей подзадачей.

Более того, вся информация, необходимая для принятия оптимального решения, может оказаться недостаточной или поступать по частям; P_s , стоимость и результат могут быть известны лишь частично.

Принимающий решение может и не знать всех доступных ему ответных реакций. Характеристики проблем могут меняться с течением времени, и не всегда бывает ясно, какой момент для принятия решения является оптимальным. В многооператорной системе принимающий решение специалист может отвечать лишь за какую-то часть решения по системе в целом.

Многие переменные, присущие процессу принятия решения, пригодны для разработки различных типов экспериментальных задач. Наиболее общим типом дифференциации являются раз-

личия между статическими (например, размышление) и последовательными динамическими задачами.

Задачи могут также изменяться по количеству возможных альтернативных решений и степени их очевидности. На одном полюсе находится «мозговая атака», дающая теоретически неограниченное количество альтернативных решений (максимум неопределенности), на другом — решения в военной области (так же, как и в промышленной), когда имеются достаточно определенные, значительные события и (или) можно запрограммировать ряд заданных ответных реакций на ситуацию [53]. Выявление и устранение несоответствий представляют собой промежуточные действия, направленные на уменьшение неопределенности ситуации. Принятие решения может выступать в виде вспомогательного процесса (или не быть им) для других видов деятельности (например, выбор запасных деталей по данным, воспроизводимым на устройстве отображения информации, с магнитной ленты). Пока отсутствует удовлетворительная таксономия принятия решений, хотя и были попытки ее разработки для военных условий [100].

В дополнение к задачам, содержащим все стадии процесса принятия решения (или большинство из них), перечисленные в табл. 4.1, экспериментаторы также разработали задачи, основанные на отдельных компонентах поведения, например: оператор должен проанализировать последовательность чисел и определить их среднее значение и распределение [50]; оценить вероятность некоторых событий [26]; прогнозировать вероятность успеха альтернативных реакций [52]. Стало общепринятым сравнивать решения человека с решениями компьютера (т. е. с байесовыми решениями [46]). В процессе, называемом «остановка по желанию», принимающий решение специалист должен после получения каждого нового входного сигнала либо принять решение, либо запросить дополнительную информацию [27].

Переменные величины, связанные с принятием решений

На принятие решения влияют два типа переменных величин. Структурные переменные (присущие самому процессу принятия решения) организуются в соответствии с входными характеристиками, желаемым решением и альтернативными реакциями. Ситуационные переменные организуются относительно характеристик задач, оператора и среды.

Приводимые в следующем разделе позитивные утверждения должны рассматриваться как гипотезы, а не допущения или установленные факты.

Структурные переменные

Входные характеристики

Многие входные характеристики аналогичны или идентичны характеристикам, рассмотренным в гл. 2. Однако их влияние на деятельность оператора может быть другим в условиях процесса принятия решения.

Способ предъявления (входных сигналов). Входные сигналы, характеризующие проблему принятия решения, могут быть получены «все сразу» (статически) или последовательно (динамически) в течение какого-то времени. В последнем (наиболее общем) случае оператор имеет в каждый данный момент времени только часть необходимой ему информации. Если он действует до получения всей информации, то существует большая вероятность того, что его действия будут ошибочными. При последовательных входных сигналах первоначальные решения могут оказать влияние на характеристики последующих входных сигналов. В военных ситуациях, например, командир может среагировать на атаки противника в секторе X контратакой в секторе Y. Это может вызвать изменение в действиях противника, сменяющего атаку в секторе X на атаку в секторе Z, что изменяет тем самым характер проблемы.

При прочих равных условиях ситуации с входными сигналами, предъявляемыми в виде единовременных блоков, проще, чем с последовательными сигналами, поскольку в первом случае специалисту, принимающему решение, не приходится иметь дело с анализом непрерывно изменяющейся информации.

Изменение входной скорости. Чем чаще меняются последовательные ситуации, тем труднее становится задача принятия решения.

Объем информации. При прочих равных условиях чем больше объем информации, анализируемой при принятии решения, тем труднее может быть эта задача. С другой стороны, при большем объеме информации вероятность принятия правильного решения возрастает. Роль информации в процессе принятия решения, вообще говоря, неясна.

Доля нерелевантной информации. Чем больше отношение нерелевантной информации во входных сигналах к релевантной, тем труднее для оператора задача принятия решения, в особенности в тех случаях, когда критерии релевантности не выражены четко.

Значимость входных сигналов. Некоторые входные сигналы либо из-за неявных критериев самого процесса принятия решения, либо вследствие предшествующей тренировки могут рассма-

триваться оператором как требующие большего внимания и имеющие больший вес для принятия решения, чем остальные.

Изменчивость входных сигналов. Чем большее количество входных сигналов отличаются друг от друга с течением времени, тем труднее для оператора принять решение, поскольку ему приходится осмысливать изменяющиеся параметры этих сигналов.

Количество, тип, доступность и достоверность источников входных сигналов. При принятии решения на уверенность специалиста в правильности входных данных может оказать влияние доступность источников дополнительной информации (например, данных фоторекогносцировки) для проверки данных, полученных из другого источника (например, наземных разведданных). Принятие решения становится для оператора особенно затруднительным, если несколько источников дают противоречивую информацию.

Изменение входных сигналов (во времени). Характер входных сигналов, предшествовавших процессу принятия решения, оказывает влияние на это решение.

Значение входных сигналов. Значение входных сигналов (в зависимости от их сущности для решения проблемы) может быть очевидным или скрытым. Например, значение признаков неправильного функционирования оборудования при аварийном ремонте часто бывает непонятным; с другой стороны, в системе воздушного наблюдения опознание атакующих бомбардировщиков или ракет противника может непосредственно сказаться на выборе контрроужия. Значение входных сигналов представляет собой один из факторов, влияющих на детерминированность (определенность) системы.

Стоимость входных сигналов. Стоимость предоставления дополнительной информации для облегчения принятия решения (приложенные усилия и временные задержки, а иногда и затраты человеческих и материальных ресурсов) могут заставить специалиста по принятию решений отказаться от сбора информации.

Характер процесса принятия решения

Система и назначение. Тип требуемого решения зависит от системы и ее назначения, а его характер может определять ответную реакцию оператора. Необходимое решение проблемы должно либо вернуть систему в состояние, предшествующее возникновению проблемы (например, ремонт оборудования), либо осуществить назначение системы (например, настигнуть противника, разработать систему), либо выполнить иногда то и другое одновременно. Прецизионная система (например,

электронные схемы, выдающие конкретные выходные сигналы) характеризуется меньшей неопределенностью и меньшей трудностью задачи.

Критерии решений. В некоторых процессах принятия решения, например при аварийном ремонте, имеется только один критерий: восстановить функционирование системы. Во многих других ситуациях реальной действительности необходимое решение может иметь несколько параметров, которые следует оценить, сравнив их между собой. Например, в военных операциях уничтожение подразделения противника можно сравнить с максимально допустимыми потерями в собственной технике и живой силе. Распределение функций при разработке системы можно оценить путем сопоставления желаемой степени автоматизации и относительной стоимости.

Если существуют какие-либо правила принятия решений, то они частично определяют выбираемые ответные реакции. Правильно может определить очередность учета критериев решения, например: потери 5% атакующих сил приемлемы, но если они превышают 5%, атаку следует прекратить; повышение числа безработных до 8% в результате решения правительства снизить расходы приемлемо, более 8% неприемлемо.

Временные требования. В последовательном процессе принятия решения (и в меньшей степени статическом) время, необходимое для его осуществления, может оказать влияние на само решение. Если времени недостаточно, может пострадать качество принимаемого решения. Если на принятие решения затрачивается слишком много времени, параметры проблемы могут измениться. В военных ситуациях чем на более длительное время откладывается принятие решения, тем больше возможностей у противника изменить свои действия. Чем длительное время прогнозирования поведения другой системы, тем труднее (в субъективном плане) может оказаться решение соответствующей проблемы.

Альтернативные ответные реакции. Доступность ответных реакций. Ответные реакции оператора при принятии решения в организованных (детерминированных) задачах в значительной степени задаются характеристиками самой задачи, тогда как в менее организованных задачах, подобных неясным планам, иногда рождающимся в голове человека, специалист, принимающий решение, должен выработать свои собственные ответные реакции.

Количество альтернатив. Чем больше количество возможных ответных реакций, тем труднее принять решение и выбрать из них необходимую, так как в действие вступают дополнительные критерии и показатели. С другой стороны, эффективность

системы может увеличиваться, поскольку большее количество вариантов обеспечивает большую гибкость в действиях.

Критерии ответных реакций. К критериям, обуславливающим выбор ответных реакций, относятся вероятность успешного применения ответной реакции P_s для обеспечения приемлемого решения, ожидаемые выигрыш и потери при правильной и неправильной ответных реакциях соответственно. При прочих равных условиях, допуская, что принимающий решение знает или может осмыслить и учесть соотношения между полученными результатами и затратами, выбирается ответная реакция, обеспечивающая максимальное значение P_s , выигрыш и минимальные потери.

Ситуационные переменные

Факторы задач

1. *Характеристики задач* — абстрактный или конкретный характер задачи или ее очевидная трудность, вероятно, влияют на процесс принятия решения. Важен также контекст задачи [12].

2. Наличие обратной связи, информирующей о последствиях решения, а также ее степень воздействия и специфичность могут оказаться критическим фактором в процессе принятия последовательных решений.

3. Принятие решения в условиях высокой нагрузки, вероятно, менее эффективно из-за связанного с этим стресса.

4. Возможно, что на принятие решения влияет *организация системы* (т. е. количество иерархических уровней и распределение информационных источников). Например, если ответственность ограничена, решение принимается с большей готовностью.

Личностные факторы

На принятие решения могут также влиять следующие условия:

1. Принятие решения бывает более эффективным, когда принимающий решение имеет опыт в рассмотрении общих проблем.

2. Принимающий решение специалист с более высокой мотивацией может оказаться активнее (в поиске решения), чем тот, кто не имеет таковой; однако, если мотивация обусловлена беспокойством, принимающий решение может сосредоточиться только на каком-то второстепенном ряде альтернатив.

ных ответных реакций, приводящих к неэффективным решениям.

3. Высокая степень эмоционального стресса может сделать процесс принятия решения менее эффективным, так как при этом внутренние стимулы и ответные реакции вступают в противоборство со стимулами и ответными реакциями, специфичными для данной задачи.

4. Было бы логично предполагать, что совершенствование способности или навыка в выполнении задачи приведет к улучшению принятых решений.

Среда

Среда системы, в окружении которой оператор принимает решение, включает и ряд других систем, помимо его собственной. Поскольку оператор предпринимает попытки управлять средой (включая и воздействие на возможные системы противника), ее характер (например, изменчивость, степень управления ею) весьма важен. К сожалению, исследований влияния среды на принятие решения проводилось мало (но все же см. [53]).

ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ФАКТОРЫ

Исследование процесса принятия решения сосредоточено на изучении входных сигналов, поэтому выходным факторам (ответным реакциям) в данном разделе уделяется лишь незначительное внимание. Концепция «рационального» человека, лежащая в основе многих исследований процесса принятия решений, предполагает, что если среда (источник входных сигналов) интерпретируется должным образом, то почти автоматически будет принято правильное решение. Это, конечно, является упрощенным подходом к анализу действительного процесса принятия решения.

Все входные факторы, рассмотренные в гл. 2, вероятно, оказывают какое-то влияние на деятельность принимающего решения оператора. В связи с процессом принятия решения чаще всего изучались следующие факторы:

1. Частота, изменчивость, структурированность и скорость ввода данных.

2. Релевантность информации, стоимость и скорость ее передачи.

3. Коэффициенты вознаграждения.

К изучавшимся факторам ответных реакций относится количество имеющихся альтернативных решений и различия между ними.

Поскольку интерпретация информации, получаемой от последовательных входных сигналов, является критическим фактором для принятия решения, исследователей интересует вопрос приема информации (скорость запроса оператором последующих входных сигналов). Значимость стимула и коэффициент вознаграждения также являются важными аспектами исследований, так как любой выбор альтернативных решений предполагает наличие значимости и вознаграждения.

В приводимых ниже исследованиях эти переменные часто определяются весьма абстрактно. Эта абстрактность, проистекающая, возможно, из математической терминологии, формулирующей многие проблемы принятия решений, может представлять особые трудности для принимающего решение, поскольку немногие операторы имеют математическую подготовку. Возможно, что ответы оператора были бы другими, если бы рассматриваемые проблемы имели большую аналогию с теми явлениями, с которыми он встречается в реальной действительности. Например, в одном исследовании [107] испытуемым предлагались вербальные (абстрактные) и визуальные (конкретные) проблемы; эффективность выполнения задачи была выше во втором случае. Еще более очевидные доказательства дают исследования Мучинского и Дудиха [66], в которых сравнивалась работа испытуемых при обучении решению вероятностных задач обработки большого количества входных сигналов (как в примере 91); один вариант задачи был сформулирован в конкретных («осмысленных») выражениях, а второй вариант — в обычной абстрактной форме. Работа оператора в первом случае была значительно лучше, чем во втором. Кроме того, при конкретно сформулированной задаче качество работы было выше.

Исследователи изучили также ответную реакцию принимающего решение оператора на отдельные характеристики процесса принятия решения (например, изменчивость входного сигнала). Разложение переменных на составляющие для изучения их влияния может заставить оператора, принимающего решение, изменить свой образ действий по сравнению с той ситуацией, в которой эти переменные являлись бы частью всей проблемы.

Выводы.

1. Процесс последовательного принятия решения изменяется в зависимости от объективной трудности задачи.

2. Принимающий решение оператор воспринимает изменчивость входных сигналов очень грубо, т. е. по принципу «все или ничего».

3. Принимающий решение оператор скорее готов к риску при трудных решениях и более осторожен при легких.

4. С учетом объективной вероятности и коэффициентов вознаграждения стратегии принимающего решение оператора не являются оптимальными.

5. Индивидуальные различия в принятии решений весьма велики.

Примеры исследований

Пример 80. Этот пример характерен для экспериментально поставленных ситуаций, предназначенных для изучения процесса принятия решения в тактических (военных) условиях. Оператор получал серию откорректированных сообщений об угрозах противника четырем позициям, находящимся под его командой. Первоначально угроза нападения была одинаковой для всех позиций; затем она возрастала по линейному закону, но с разной скоростью для каждой позиции; различия в угрозе нападения увеличивались с течением времени. Как только оператор приобретал уверенность, достаточную для принятия решения (остановка по желанию) на основе накопленной информации, он должен был оценить, какое подразделение подвергается большей угрозе нападения. Ему разрешалось продолжать сбор информации до получения 100 сообщений или прекратить выполнение задачи при получении 10 сообщений после своего последнего решения; он также мог изменить свое решение при получении дополнительных сообщений.

Независимые переменные были представлены 1) отличиями в скоростях нарастания угрозы нападения (четыре уровня) и 2) степенью изменчивости поступающей информации (четыре уровня). Предполагалось, что эти переменные определяют трудность задачи: по мере уменьшения разницы в скоростях и увеличения изменчивости затрудняется определение местоположений и прогнозирование будущей ситуации.

За правильные решения присуждалось некоторое количество очков, а за неправильные они вычитались; показатели вычислялись также на основе ряда полученных сообщений. Обе методики весьма характерны для принятия решения в условиях эксперимента, несвойственных реальной действительности.

Допускались решения на трех уровнях конкретности. На уровне 1 принимающий решение оператор предсказывал, что любая из трех позиций может быть подвержена наибольшей угрозе нападения (2 очка за сообщение), на уровне 2 он определял, что это может быть одна из двух позиций (4 очка), на уровне 3 он определял, какая именно позиция подвержена наибольшей угрозе нападения (6 очков за сообщение).

Информация была представлена в виде графика статистически распределенных точек, лежащих над наклонной линией

(или под ней), представляющей собой нарастание угрозы нападения. Следует отметить весьма абстрактный характер входных данных. Это также характерно для экспериментальных аналогов принятия решения.

Обе независимые переменные были статистически значимы на уровне 0,01, хотя их взаимодействие не было статистически достоверным. Как показано на рис. 4.1, показатели возрастали с увеличением скоростей и уменьшались с увеличением изменчивости. Количество сообщений, полученных до принятия решения (стоимость принятия решения), уменьшалось с увеличением скоростей и увеличивалось с увеличением изменчивости

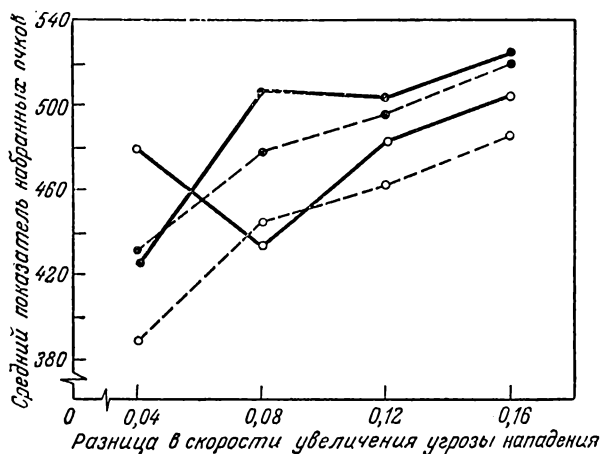


Рис. 4.1. Влияние увеличения скорости и изменчивости входных сигналов на принятие решения (печатается с разрешения из работы Хауэлла и др., 1963, пример 80).

● — $\sigma=1,5$; ○ — $\sigma=2,5$; ● — $\sigma=3,5$ ○ — $\sigma=4,5$.

сигналов — зеркальное отражение графика, изображенного на рис. 4.1.

Как и можно было предполагать, последовательное принятие решений изменялось в зависимости от объективной трудности задачи. Наблюдалась весьма заметная корреляция между качеством решения и полученной информацией, а также оценкой испытуемыми риска ошибок и трудности. Этот результат, соответствующий и выводам других ученых (см., например, [4]), приводит к мысли о том, что принимающий решение оператор проявляет большую осторожность при простом решении, чем при трудном (например, он более склонен к риску при трудных решениях). Это связано, по-видимому, с фактором вознаграждения за работу. Возможно также, что испытуемый

реагирует упрощенным способом («все или ничего») на изменчивость входных данных, однако используя при этом информацию об угрозе нападения гораздо эффективнее.

При составлении вероятностных оценок операторы придают больший вес различиям в средних значениях сигналов, чем их изменчивости [18]. Недостаточное использование информации об изменчивости может отражать жизненный опыт оператора: умение определить вероятность редко вознаграждается.

В этом исследовании ни один из испытуемых не применял оптимальную стратегию. Как и во многих других исследованиях статистических игр [19, 74, 76] и как читатель увидит из последующих примеров, принимающий решение оператор не применяет оптимальную стратегию, основанную на объективной вероятности и коэффициентах вознаграждения.

Был получен результат, общий для большинства исследований процесса последовательного принятия решения, заключающийся в том, что различия в работе отдельных операторов чрезвычайно велики.

Выводы. Упорядоченность входных сигналов (входная изменчивость) может быть распознана и использована как основа для принятия решения, когда схемы упорядочения очень просты и присутствуют как при низких, так и высоких частотах предъявления сигналов.

Примеры исследований

Пример 81. В этом исследовании было поставлено четыре вопроса:

1) Влияет ли способ структурирования входных сигналов на восприятие оператора? Например, если противник проводит повторные атаки после двухдневной передышки, то труднее или легче воспринять эту схему, чем другие схемы, такие, как непрерывные атаки, чередующиеся с передышками, или передышки, перемежающиеся атаками? 2) Предположим, что операторы распознали схемы структурирования, предъявляемые с большой частотой; могут ли они распознать их, когда частота уменьшена? 3) Труднее ли обнаружить такие схемы структурирования в непрерывном потоке событий, чем в дискретной последовательности? 4) До какой степени опыт (повторное применение схем структурирования) облегчает узнавание этих схем?

Очевидно, что поставленные вопросы имеют прямое отношение не только к военным операциям, но и к таким, казалось бы, далеким от рассматриваемых ситуациям, как научный анализ и игра на бирже.

На экране дисплея 48 военнослужащим за 1—10 периодов эксперимента предъявлялась различная последовательность событий, отражающих восемь структур с высокой и низкой жесткостью связей (определяемой как вероятность событий), с непрерывными или дискретными явлениями. Операторы на основе двухсобытийного признака указывали, какие виды активности противника (атаку или передышку) следует ожидать в ближайшее время.

Все независимые переменные представляли собой статистически значимые величины, и, что представляет еще больший интерес, каждая из них имела одну или более связей с другими переменными, в особенности в тех случаях, когда учитывалось влияние фактора опытности операторов. Три из четырех структур «выучивались» испытуемыми в течение 100 опытов, что характерно для структур с высокой жесткостью связей, но не характерно для структур с малой жесткостью (рис. 4.2). Три из четырех структур легче распознавались в случае непрерывной, а не дискретной последовательности.

Очевидно, очень простая структура, как, например, повторение одного и того же события, легко распознается при высокой и низкой частотах событий. Для восприятия более сложных структур требовалась большая частота событий, чем частота, представленная базовой линией, соответствующей 68%; и наконец, распознавание структуры зависит, очевидно, в значительной степени и от непрерывности последовательностей событий.

С течением времени испытуемые улучшали прогностические оценки относительно структур с высокой жесткостью связей (с 60 до 80%), а в отношении структур с низкой жесткостью эти оценки не улучшались (рис. 4.2).

Если структуры событий обеспечивают высокую вероятность событий, то использование сложных автоматизированных систем почти не улучшает работу оператора по распознаванию структур. Этот вывод был также сделан и Хауэллом [46], предположившим, что системы, обрабатывающие, как правило, прогностические данные высокой вероятности, мало выигрывают от автоматизации процесса принятия решения.

Когда же структуры имеют низкую вероятность событий, использование вычислительной техники может оказаться весьма эффективным. Поскольку операторам не удалось распознавать три из четырех структур, жесткость связей которых составляла 68%, они не могли воспользоваться значительным объемом прогностических данных, заложенных в последовательности событий. (Хауэлл [46] также обнаружил это.) В компьютеры можно вводить программы для обнаружения слабых, но важных структур в очевидных случайных рядах событий.

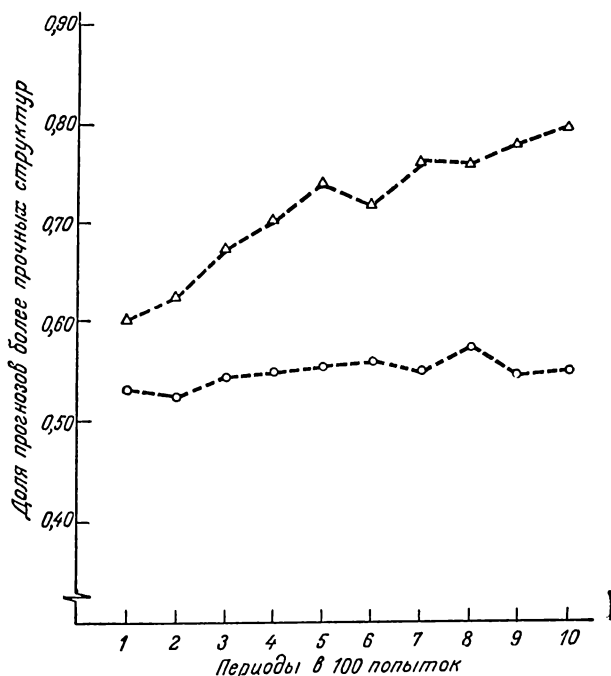


Рис. 4.2. Прогнозы более жестких структур входных сигналов по периодам как функция жесткости структур (печатается с разрешения из работы Струба, 1970, пример 81).

Δ — высокая жесткость; $\circ$ — низкая жесткость.

Выводы. Для успешного принятия решения не нужен полный объем всех данных. Однако неизвестно, как велика может быть доля отсутствующих данных, не приводящая к значительному ухудшению решения. С другой стороны, на принятие решения отрицательно влияют неточные данные.

Примеры исследований

Пример 82. Это исследование проводилось с целью изучения влияния на процесс принятия решения наличия 1) полной и точной информации, 2) неполной, но точной информации и 3) неточной, но полной информации. Испытуемым предлагалось определить возможно быстрее характерные особенности нового, создающего угрозу спутника для введения данных в автоматические устройства перехвата. Сообщения поступали с интервалом в 5 с, при этом задавался один или более опознавательных признаков каждого спутника. Испытуемые

устанавливали из трех отличительных признаков наиболее подходящий и затем выбирали существенную характеристику после каждого сообщения, следующего через 5 с.

В этом исследовании, как и в примере 80, была отмечена низкая точность в трудных ситуациях и более высокая — в простых. На интерпретацию данных испытуемыми оказывала заметное влияние новизна информации. Несколько раз значительное количество испытуемых (20—30%) выбирали тот, а не иной спутник потому, что более свежей информации, касающейся выбранного спутника, придавалось неоправданно большое значение. Испытуемых также охватывало сомнение при работе с последовательностью вполне корректных, но длительное время не меняющихся входных сигналов. (Такое помрачение ума время от времени случается и в аналогичных жизненных ситуациях). Это, очевидно, отражает идиосинкразические гипотезы об изменчивости окружающей среды.

На успешное принятие решения не влияет проблема недостающих данных, в частности отсутствие 10% показаний. (Сравнимые результаты были отмечены в исследовании Коннолли и др. [11], имитирующем систему противовоздушной обороны. Ставилась задача выбора контррожурия для поражения целей. Траектории целей, о положении и характере которых сообщалось лишь 60% данных, обрабатывались почти с тем же успехом, что и траектории, представленные исчерпывающей информацией.) Однако при 10% неточных показаний принятие решения затруднялось. Это, по-видимому, объясняется тем, что недостаточный объем данных восполняется экстраполяцией «среднего» значения, субъективно выводимого на основе имеющейся (но точной) информации. Однако, когда в распоряжении оператора имеются неточные данные, он может исходить в своем решении из неправильных предпосылок.

Выводы. Время принятия решения возрастает в зависимости от количества входных характеристик и возможных альтернативных вариантов. Однако увеличение числа входных характеристик не приводит к повышению качества решения, если они не имеют непосредственного отношения к данному решению. Тренировочному процессу принятия решений в неблагоприятных для оператора условиях должно уделяться особое внимание.

Примеры исследований

Пример 83. В данной модели тактической ситуации испытуемые в соответствии с полученным сообщением должны были направить один самолет на поиск подводной лодки. Выбор

самолета зависел от таких характеристик, как квалификация пилота, вооружение и скорость самолета, возможность визуального различения цели.

Количество характеристик изменялось от 2 до 8, и каждая из них могла иметь восемь значений. Объем информации был полным или сокращенным. Обратная связь отсутствовала, и испытуемых не информировали, какой вес придается различным характеристикам. Измерялось качество решения и время, необходимое для его принятия.

Было найдено, что время принятия решения возрастало в зависимости от количества характеристик и возможных альтернативных вариантов ответов. В обоих случаях оператору требовалось больше времени на обдумывание решения. Сокращенный объем информации не оказывал значительного влияния на время принятия решения. Очевидно, оператор обходился имеющейся в его распоряжении информацией (см. также пример 82). Увеличение количества характеристик не приводило к улучшению качества решения. Последнее обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что на принятие решений оказывают влияние только те входные характеристики, которые действительно важны (при условии, что оператор может различить важные и несущественные характеристики).

Во втором эксперименте была сделана попытка определить возможность улучшения качества решения путем обучения. Задача была идентична предыдущей, но в процессе тренировки испытуемые имели обратную связь и продолжали выбор решений до тех пор, пока не находили правильного. (Автор рассматривал упомянутый процесс тренировки скорее как приобретение опыта, чем направленное обучение). Тренировка не приводила к улучшению принятия решения по сравнению с результатами предыдущего эксперимента, в котором тренировка испытуемых не проводилась.

В третьем эксперименте попытались определить влияние ограничений во времени, отводимом на принятие решения, на качество самого решения. На реакцию оператора отводилось 10 с, однако принятое ограничение во времени на работе не сказывалось. Как и в предыдущих исследованиях, и переданная информация, и качество решения ухудшались с увеличением количества характеристик. (Оператор, как видно, приспособлялся свои критерии и свою стратегию к операционным ограничениям, о чем говорилось и в гл. 2.)

В четвертом исследовании задача сводилась к выбору одного из двух самолетов. Количество информационных характеристик изменялось, как и прежде, от двух до восьми. И вновь результаты показали заметный рост времени принятия решения при увеличении числа характеристик. (Для рассмотрения

дополнительных характеристик требовалось дополнительное время до момента принятия решения.) С увеличением отличий между альтернативными вариантами ответов время принятия решения уменьшалось, а вероятность выбора лучшей альтернативы увеличивалась. (Меньшая конкуренция между возможными ответами?) Если уровень отличий между вариантами для каждой характеристики сохранялся постоянным, то с увеличением объема информации вероятность выбора лучшей альтернативы не увеличивалась.

В данном исследовании предполагается, что иногда полезно научить оператора отфильтровывать информацию, поскольку обработка большого объема информации не улучшает качество решения, а увеличивает время реакции.

Пример 84. В этом эксперименте испытуемый должен был решить, какую из девяти групп истребителей направить на ликвидацию воздушного нападения противника. При этом его решение основывалось на следующих характеристиках: количестве самолетов противника, расстоянии до воздушной базы, типе и количестве самолетов в каждой группе.

Изменчивость информации обеспечивалась ее предъявлением в различных позициях индикаторной матрицы (два состояния). Предполагалось наличие трех уровней адекватности вооруженных сил (адекватный, неадекватный и промежуточный). Показатели, необходимые для принятия решения, были представлены в виде трех уровней корреляции характеристик (позитивного, негативного и некоррелированного). В качестве зависимой переменной рассматривалось время принятия решения.

Как и предполагалось, реакции испытуемых были лучше согласованы при позитивно коррелированных характеристиках, чем при корреляции негативного уровня. Время принятия решения зависело от времени оценки переменных испытуемыми и от схемы компоновки индикаторов. Быстрее и легче решения принимались тогда, когда переменные (количество самолетов противника в одном воздушном налете, расстояние до базы, тип самолетов и количество истребителей в группе) имели позитивную корреляцию (не было противоречивых характеристик переменных величин), а ресурсы были достаточными (см. также примеры 87 и 88).

Можно предположить, что на тренировку в неблагоприятных ситуациях (например, при негативно коррелированных характеристиках) должно быть обращено особое внимание. На это указывали также Сидорски и Хаусман [98].

Выводы. Оператор, принимая решение, проявляет тенденцию неэффективно использовать информацию. Однако он вполне

логично (при снижении стоимостных оценок) запрашивает больший объем информации, когда повышаются требования, предъявляемые к эффективности работы, и растет количество возможных ответных реакций.

Примеры исследований

Количество информации, необходимой человеку для принятия решения, зависит от входных сигналов и задачи. В исследовании Ирвина и Смита [49] испытуемые должны были определить, было ли среднее значение ряда чисел, предъявленных последовательно, больше или меньше нуля. Объем воспринимаемых данных увеличивался как при изменении чисел одной серии, так и при приближении фактического среднего значения к нулю. Те же авторы [50] нашли, что испытуемые использовали больший объем данных до принятия решения в том случае, когда вознаграждение за правильное решение составляло 1 долл., а не 50 цент. и когда цена каждого наблюдения составляла 0,5 цент, а не 1 цент.

Аналогично этому Ланцетта и Канарей [57] обнаружили, что люди пользовались большим объемом информации, когда наблюдение ничего не стоило, а за правильное окончательное решение они получали по 5 цент., и, наоборот, они использовали меньше информации, когда должны были платить по 5 цент. за каждую единицу информации, а за правильное решение получали по 30 цент.

Пример 85. В этом исследовании ставилась задача изучения влияния на деятельность оператора двух дополнительных переменных: количества возможных конечных действий (варианты решений) и доступной оператору информации до принятия решения. Обе эти переменные величины играют важную роль в определении необходимого количества информации, получаемой до принятия решения. Согласно теории Байеса, чем больше предполагаемое количество конечных действий, тем больше требуется информации, непосредственно предшествующей решению, и чем больше имеется предварительной информации, тем меньше требуется текущей информации перед принятием решения.

54 испытуемых осуществляли выбор из гипотетического двумерного массива данных, в котором элементы «высшего качества» встречались с вероятностью p . Задача включала в себя контроль качества продукции, используемый в производстве консервирования овощей. При этом была определена стоимость контроля каждого отдельного элемента, а точность контроля вознаграждалась премией. Следует отметить, что, несмотря на

столь конкретные условия задачи, входные данные предъявлялись как весьма абстрактные.

Испытуемые последовательно отбирали совокупность изделий, прекращая свои наблюдения после получения некоторого количества результатов, чтобы принять решение. Использовались четыре варианта проведения эксперимента: с тремя возможными конечными действиями, с пятью действиями, а также с двумя типами распределения частоты данных — прямоугольным и с отрицательной асимметрией.

Наибольшим и самым устойчивым источником измерений явились различия между количеством информации, используемой испытуемыми для принятия решения (среднее значение 9,09; диапазон 0,25—22,59).

Большой объем данных использовался при пяти вариантах решения (среднее значение 10,16), чем при трех (среднее значение 8,23). Этого и следовало ожидать, поскольку большее количество вариантов решения создавало большую неопределенность, в результате чего и требовалась дополнительная информация. С одной стороны, форма частотных распределений оказывала незначительное влияние, которое, возможно, проявлялось в общей неудаче испытуемых эффективно использовать вероятностную информацию. С другой стороны, испытуемые, возможно, ощущали, что разница в частотных распределениях не была достаточно заметной, чтобы принимать свои решения с учетом этих различий.

Выводы. Скорость предъявления информации имеет большее значение, чем способ ее предъявления — автоматический или по запросу. Возможность модификации решения ведет к ухудшению деятельности, связанной с принятием первоначального решения.

Примеры исследований

Пример 86. В данном исследовании проводилась оценка влияния средней скорости поступления информации и изменчивость ее поступления во времени. Кроме того, сравнивались условия произвольного и принудительного темпов ввода информации.

Относительно упомянутых переменных величин имеется очень мало сведений. Однако Сандерс и Тер Линден [82], используя задачу двойного выбора, нашли, что при увеличении скорости предъявления для принятия решения требовалось больше информации.

В описываемом исследовании ставилась и другая задача — оценить значение ряда возможностей модификации решения.

Если принимающий решение оператор знает, что есть еще один вариант выбора, первоначальное решение принимается быстрее, но менее точно, чем в том случае, когда он вынужден ограничиться первоначальным и единственным решением.

Ритц и Рейнольд [73], экспериментируя с задачами двойного выбора решений, не заметили разницы в точности окончательных решений, когда при одних условиях испытуемым разрешалось принимать единственное решение только после получения всей последовательности данных, а при других — решение могло пересматриваться после предъявления каждого элемента информации. Гибсон и Николь [31] указывают, что для изменения решения требуется больше информации, чем для первоначального принятия решения. Прюит [76] также определил, что для принятия окончательного решения больше информации отбиралось в том случае, когда испытуемые должны были принять предварительное решение до получения информации, чем в том случае, когда такое условие не ставилось.

В исследовании примера 86 перед испытуемыми ставилась задача определить, какая из восьми защищаемых позиций могла бы стать целью нападения предполагаемого противника (та же ситуация использовалась и в примере 80). Информация, предъявляемая на экране дисплея, представляла собой «траектории», соединяющие дискретные позиции противника. При каждом сообщении противник последовательно перемещался из нижнего положения на экране к цели, находящейся в верхней части экрана. Существовали три источника информации.

При очередном перемещении противника испытуемому (от каждого источника информации) также сообщалась (с помощью компьютера) наивысшая оценка ситуации — какая именно цель находится под угрозой нападения противника. Чтобы ответить на этот вопрос, испытуемые должны были запрашивать соответствующую информацию. Для каждой из восьми позиций могла быть предъявлена информация от источников, которые обеспечивали данными, а) частично противоречивыми, б) достоверными в среднем на 33,3% или в) откорректированными за 67 или 86% от заданного периода времени.

Скорости ввода данных были высокими (один элемент информации предъявлялся через каждые 5 с) и низкими (один элемент информации предъявлялся через каждый 15 с). Изменчивость поступления информации определялась как отклонение от стандартного распределения времени поступления информации (0, 1,4 и 2,5). В условиях произвольного темпа информация предъявлялась только по запросу испытуемого. Число возможностей модификации решения составляло 0, 1 и 2. Полученный результат обратно пропорционален количеству информационных предъявлений до принятия правильного решения

(или момента времени принятия решения), количеству корректировок и количеству неправильных решений, предшествующих правильному.

До принятия первого решения требовалось больше информации в условиях высоких скоростей предъявления (16), чем низких (13,45). Частота необходимых корректировок до принятия первого решения сокращалась по мере увеличения возможностей модификации первоначального решения. Однако вышесказанное справедливо только для первого этапа эксперимента. Когда модификации решения не допускались, испытуемые требовали большие объемы информации.

Значительно больше элементов скорректированной информации испытуемые получали до принятия первого решения при самопроизвольном темпе (16,35), чем при принудительном (14,73). Точность была выше при высоких скоростях ввода информации (66,32%), чем при низких (54,51%). Точность возрастала также при запрещении любых модификаций решений и, наоборот, снижалась, если допускались одна или две модификации.

В табл. 4.2 представлены правильные решения проблем в процентах для разных условий.

Таблица 4.2

Правильно решенные проблемы, рассматриваемые в примере 83

Возможности модификаций		
2	1	0
93,7%	79,2%	72,4%
Быстрый принудительный темп	Самопроизвольный темп	Медленный принудительный темп
85,1%	83,3%	78,5%

Очевидно, что возможность модификации решения имеет гораздо большее значение, чем темп или время поступления информации.

Если возможность модификации отсутствовала, точность первоначально принятого решения и уверенность в нем были выше, чем при существовании таковой. Эти результаты дают основания предполагать, что возможность последующей модификации решения ухудшает деятельность оператора при принятии первого решения. Однако вероятность получения правильного решения любой проблемы действительно повышается при наличии возможности модификации решения.

Выводы

1. Достоверность источника данных, противоречивая информация и частота корректирования данных влияют на поиск информации и принятие решения. Однако оператор, по-видимому, может обобщать информацию независимо от степени противоречий, релевантности и корректировки данных. При увеличении объема противоречивой информации от разных источников испытуемые запрашивают меньше информации.

2. Степень релевантности информации представляет собой неопределенную переменную величину для процесса принятия решения. Некоторые данные говорят о том, что увеличение объема нерелевантной информации ухудшает деятельность оператора [15, 33, 42, 118]. В других работах содержатся противоречивые результаты [56].

3. При увеличении частоты корректирования данных оператор стремится получить больше информации и принимает свое первое решение на основании большего объема откорректированных данных.

Примеры исследований

Пример 87. В этом исследовании по существу ставилась та же экспериментальная задача, что и в примере 86. Здесь независимые переменные были представлены уровнем противоречивости информационных источников, степенью релевантности и изменчивости информации. Противоречие выражалось рассогласованностью сообщений источников информации, определяющей направление движения противника (0% противоречий — данные всех источников согласуются, 33% противоречий — данные одного источника противоречат двум другим, 100% противоречий — данные всех источников противоречивы). На любом этапе решения задачи все источники могут давать согласованные или противоречивые показания. Релевантность информации определялась процентным отношением тех случаев, когда все три источника обеспечивали оператора информацией (50, 67, 83 и 100%). Изменчивость информации выражалась в виде отклонения траектории полета от прямой линии, ведущей к цели.

Первоначальные решения принимались настолько быстро (за исключением условия — 100%), насколько увеличивалась доля релевантной информации (рис. 4.3). Большой разницы между условиями противоречивости или изменчивости информации не наблюдалось. Однако было заметно значительное взаимодействие между изменчивостью и противоречивостью информации. В условиях низкой изменчивости время принятия решения было наибольшим при частично противоречивой информации, в то время как в условиях высокой изменчивости

данных частично противоречивая информация приводила к уменьшению времени принятия решения. Скрытый (латентный) период уменьшался при увеличении релевантности информации и уменьшении противоречивости информации.

Тем не менее испытуемые могли обобщать информацию вполне успешно независимо от обсуждаемых здесь переменных. Хотя они и стремились обеспечить себя большим объемом информации до принятия первоначального решения при низких уровнях релевантности, выбор правильных решений при том же самом количестве запросов информации был характерен

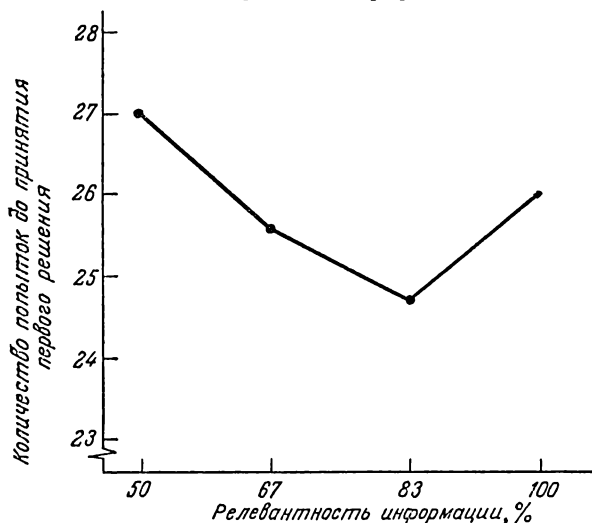


Рис. 4.3. Количество попыток до принятия первого решения как функция уровня релевантности информации (печатается с разрешения из работы Левина, *J. Appl. Psychol.*, 1973, пример 87).

для любого уровня релевантности. С другой стороны, Стрейферт [108] нашел, что в тактической игре испытуемые модифицировали сложные решения при изменении релевантности информации, однако простые решения и поиск информации не модифицировались.

Пример 88. В этом исследовании был продолжен эксперимент, начатый в примере 87, с целью исследования процесса поиска информации в более реалистической ситуации с использованием а) той же задачи (восемь альтернативных решений), б) трех различных информационных источников, дающих иногда противоречивые показания, в) информации, которая корректировалась не при каждом запросе, г) информации, достоверность которой была неопределенной, и д) результата, кото-

рый ухудшался по нелинейному закону в зависимости от объема принимаемой информации.

Хотя пример 87 не показал значительного влияния противоречивости, в предыдущих исследованиях было обнаружено, что на стратегию оператора оказывает влияние достоверность источников информации [90, 103]. Поэтому вновь изучалась противоречивость источников информации в соответствии с ее определением в примере 87.

Частота обновления информации была определена как процент случаев предъявления откорректированной информации (50, 67, 86 или 100%). При запросе полного объема информации все три источника либо выдавали новую информацию, либо предоставляли повторно ту, которая была передана непосредственно перед запросом.

При использовании источника низкой достоверности в среднем выдавалось 16,6% правильных суждений о позиции целей; при использовании источника высокой достоверности — 33,5%.

В условиях низкой достоверности до принятия первого решения запрашивался больший объем информации, чем в условиях высокой достоверности. И это вполне понятно. Однако по мере увеличения противоречивости источников информации запрашивалось меньше информации, не имевшей смысла, за исключением тех случаев, когда испытуемый, по-видимому, полностью терял веру в достоверность источника данных. Как и следовало ожидать, точность решений была выше в условиях высокой достоверности, чем низкой. С увеличением противоречивости данных точность в условиях высокой достоверности значительно повышалась, в то время как в условиях низкой достоверности заметных изменений точности не наблюдалось. Поэтому достоверность источника, противоречивость информации и частота обновления информации оказывают заметное влияние на поиск информации и процесс принятия решения. Однако взаимосвязь между этими переменными сложна и не совсем ясна.

Выводы

1. Объем информации, использованной до принятия решения, оказывает большее суммарное воздействие на процесс последовательного принятия решения, чем количество проблем, с которыми оператор предполагает иметь дело, хотя ни та, ни другая переменная не относится к числу сильных.

2. Когда оператор сталкивается с очень определенными или с очень неопределенными ситуациями, он выбирает недостаточно оптимальный способ действий.

Примеры исследований

Результаты нескольких исследований показывают, что принимающий решение оператор отказывается от использования одних и тех же вариантов (т. е. не рискует повторить ту же самую ошибку) во всех условиях ([4], пример 80); не проявляет он и последовательности в выборе вариантов решения, обеспечивающих в среднем небольшие преимущества. Субъективная вероятность не связана каким-либо способом с объективными параметрами (т. е. долларами, выигрышными очками). Дополнительные данные можно найти в работах Коэна и его коллег (например, [10]).

Пример 89. В этом эксперименте исследовались две переменные величины, которые могли воздействовать на выбор вариантов, а именно: *условия ожидания* или количество последовательных проблем, с которыми оператор предполагает столкнуться, и *уровень неопределенности*, на котором принимаются решения (т. е. объем полученной оператором информации до принятия решения).

В решении задачи использовалась матрица 16×16 , отображаемая на экране дисплея. В столбцах определялись события ($A, B, C \dots$), а строки представляли собой последовательные периоды времени (1—16). Ликвидация события отмечалась зачеркиванием буквы в соответствующей колонке: зачеркивание событий выполнялось в произвольном порядке каждые 5 с до тех пор, пока оставалось незачеркнутым только одно из 16 событий (конечное событие). Задача оператора и состояла в прогнозировании конечного события (заметьте, что это одна из подфункций, присущих процессу принятия решения, но еще не само принятие решения). Цель задачи состояла в получении показателей (очков) путем правильного прогнозирования; количество заработанных показателей (очков) было обратно пропорционально объему полученной до выбора варианта информации. За неправильное решение полагался определенный штраф.

По любой из проблем пяти опытным испытуемым разрешалось принимать только одно конечное решение. В некоторых условиях показатель этого решения был фиксированным (заданным заранее), а в других он определялся самим оператором.

Ни одна из двух изучавшихся переменных не оказалась достаточно сильной, однако неопределенность оказывала большее влияние. И, что еще существеннее, когда оператор сталкивался либо с очень определенной, либо с очень неопределенной ситуацией, он выбирал далеко не оптимальный способ действия. При среднем уровне неопределенности задачи решались значительно эффективнее. (И здесь мы имеем те же функциональные зависимости, что и в любой другой бихевиористской литературе,

например зависимости между деятельностью оператора и стрессом [54] или нагрузкой и деятельностью [109].)

В условиях свободного выбора информации оператор выбирает уровень неопределенности, обеспечивающий при соответствующем уровне риска значение, весьма близкое к наиболее вероятной величине. Однако он не проявляет постоянства в выборе соответствующей степени риска для этого уровня неопределенности.

Когда оператор вынужден получать больший или меньший объем информации, чем тот, который возможен в условиях свободного выбора, он предпочитает больший риск и соответственно вариант, обеспечивающий более высокий результат. Решения, принимаемые в условиях принудительно предлагаемого объема информации, могут быть адекватны решениям, принимаемым в условиях свободного выбора информации, только в тех случаях, когда сравнимы объемы информации; однако эффективность деятельности оператора при этом падает ниже уровня, обусловленного свободой выбора информации.

Выводы. Физическая структура предъявления входных сигналов оказывает влияние на эффективность принятия решения.

Примеры исследований

Пример 90. Для определения потенциальной полезности вероятностного отображения информации и улучшения процесса принятия решений исследовалась имитационная задача поиска самолетов противника. Испытуемым следовало найти и атаковать цель противника во время одного из 10 этапов поставленного перед ними задания (интервалы времени были связаны с увеличением вероятности поражения цели и стоимостью израсходованных боеприпасов); при этом необходимо было помнить, что уменьшение дистанции обеспечивало большую точность локализации цели, а каждый следующий этап связан с большим риском. Предусматривалось также денежное вознаграждение и немедленная обратная связь, предоставляющая информацию о поражении цели. Использовались три типа предъявления результатов на дисплее, а именно: 1) детерминированная оценка местоположения объекта, 2) функция плотности вероятности и 3) функция распределения вероятности — вероятностный контур.

Различные типы отображения информации влияют на вероятностные оценки, причем наиболее точные из них были получены при предъявлении вероятностного контура. Группа, которой предъявлялись детерминированные оценки, чаще открывала стрельбу на четвертом этапе (соответствующая вероят-

ность попадания — 0,2); группы, которым предъявлялась плотность вероятности и вероятностный контур, чаще открывали стрельбу на седьмом этапе (вероятность попадания — 0,40). Относительно ранняя стрельба была связана с ограниченными данными, улучшения качества которых с течением времени не ожидалось. Когда испытуемые были способны оценить окружающую их среду более эффективно, они были готовы ждать до тех пор, пока не возрастет величина P_s , хотя при этом они теряли некоторое количество очков. Второй эксперимент выявил, что испытуемые предпочитали соотношение «высокая вероятность — малое вознаграждение» соотношению «низкая вероятность — высокое вознаграждение»; эта консервативная тенденция часто наблюдается в процессе принятия решения.

Выводы. При прогнозировании событий на действия оператора, принимающего решение, большое влияние оказывают характеристики задач, в частности избыточность информации.

Примеры исследований

Пример 91. В качестве стимулов выступали 200 комбинаций из трех двузначных чисел, при этом первая комбинация представляла собой обозначение кода 1, вторая — кода 2 и третья — критерии ответа или правильную реакцию.

Опыт заключался в том, что испытуемому предъявлялись два кода, после чего ему разрешалось осуществить свою реакцию; критерий же предъявлялся тогда, когда оба кодовых числа еще можно было видеть. Испытуемым следовало предсказывать одно двузначное число из каждой пары предъявляемых двузначных чисел. (В этом случае это была лишь часть задачи по принятию решения.)

Предсказуемость задачи в данном исследовании определялась избыточностью кода. Были три уровня предсказуемости задачи ($R_e = 0,50, 0,70$ и $0,90$). Испытуемые достигали лучших результатов при высоких уровнях прогнозирования общей задачи и корреляции кодов, как это показано на рис. 4.4. По-видимому, персонал выполняет свои функции гораздо эффективнее в условиях высокой детерминированности среды и избыточности кодов.

Результаты, в какой-то степени противоречащие результатам примера 91, были получены Бремером [8]. На первых этапах его исследования деятельность испытуемых была эффективнее, однако корреляция кодов не оказывала влияния на конечный результат деятельности. Испытуемые не применяли оптимальные стратегии, и противоречивость в их действиях представляла

собой обратно пропорциональную зависимость от предсказуемости задачи.

Бремер считает, что результаты примера 91 объясняются в основном воздействием статистических факторов. Возможно, многие данные проведенного исследования, полученные с использованием многократных кодовых вероятностных оценок, не поддаются интерпретации вследствие того, что исследуемые переменные величины определяются почти исключительно математически, а не экспериментально.

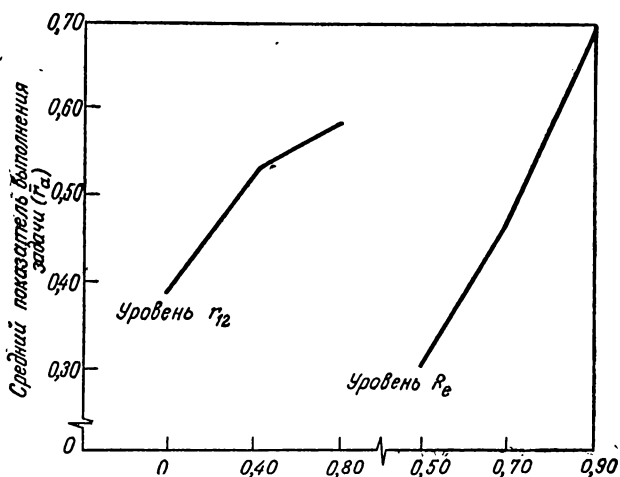


Рис. 4.4. Влияние корреляции кодов (r_{12}) и предсказуемости (R_e) на выполнение задачи (печатается с разрешения из работы Нейлора и Шенка, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 1968, пример 91).

ПОВЕДЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Чтобы понять, как и почему принимающий решение оператор реагирует на входные сигналы, следует изучить возникающие при этом процессы поведения.

Формальные модели идеализированных процессов решения проблем уже в течение длительного времени использовались в экономике и математике [17, 58]. Однако в этих моделях отсутствуют описания фактических действий оператора; при этом принимаются явно нереалистические допущения об объеме и полноте доступной информации и о присущих оператору способностях ее использования.

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

1. Какие фактические процессы происходят в поведении оператора при принятии решения?

2. Какие при этом возникают сдвиги? Если они ведут к улучшению эффективности принятия решения, то могут ли они быть усилены. Если они затрудняют процесс принятия решения, то нельзя ли их изменить путем тренировки или другим способом, изменив ситуацию принятия решения?

3. Насколько отличаются принимаемые оператором решения от оптимальных, получаемых с помощью математических методов (например, теоремы Байеса). Если процессы принятия решения человеком уступают решениям вычислительных машин, то имеются веские аргументы за их автоматизацию.

Выводы. Поведение принимающих решение операторов характеризуется относительно простыми действиями [119]. При этом проявляется ряд сдвигов, и прежде всего консерватизм, снижающий способность принятия оптимального решения. Испытуемые встречаются с трудностями при сравнительной оценке кодов компенсаторным способом и плохо справляются с отбором переменных величин. Они переоценивают значение результатов небольших выборок. На субъективную оценку вероятности влияют соображения доступности. Испытуемые, как правило, искаженно воспринимают вероятности сложных и высокозначимых событий; их оценки корреляции или неожиданных зависимостей между парами событий оказываются систематически неверными.

Примеры исследований

Многие факторы влияют на консерватизм, определяемый как медлительность оператора в пересмотре субъективных оценок вероятности в соответствии с изменениями объективной вероятности.

Петерсон и Миллер [68] нашли, что по мере того, как *предыдущие варианты* и вероятностные соотношения изменялись в любом направлении (например, 1—9 или 9—1), испытуемые становились менее консервативными. Несколько отличные результаты были получены Филиппсом и Эдвардсом [70], использовавшими больший диапазон вероятностей. Однако, если рассматривать только тот диапазон исследований Петерсона и Миллера, результаты оказываются идентичными. Как правило, по мере того как предыдущие оценки вероятности начинают отличаться друг от друга, субъективные оценки приобретают меньшую консервативность.

Петерсон и Миллер [68] обнаружили, что, если данная величина способна оказывать меньшее *воздействие* испытуемые становятся менее консервативными в своих действиях. В действительности, когда данная величина не поддавалась диагнозу

(диагностичность данных — это ожидаемая степень уменьшения неопределенности рассматриваемых гипотез), субъективные оценки были ближе к предельным, чем байесовы оценки. Это свойство было обнаружено также Филиппсом и Эдвардсом [70] и Шумом и Мартином [93].

При увеличении *объема фактов* испытуемые проявляют больше консерватизма (т. е. становятся менее способными извлекать всю информацию из предъявляемых данных). Петерсон и Миллер [68] наблюдали этот эффект в простой задаче принятия решения, а Шум [87] обнаружил его в сложной ситуации. Уменьшение эффективного использования информации при увеличении ее объема явно не может быть объяснено уменьшением мотивации испытуемых [95].

Используя опытных испытуемых, Шум и Мартин [93] выяснили, что влияние *противоречивости* (фактический объем полезной информации не совпадает с предполагаемым) зависит от диагностичности элементов. При увеличении *противоречивости* испытуемые проявляли меньший консерватизм относительно данных с низкой диагностичностью и больший консерватизм в отношении данных с высокой диагностичностью.

Филиппс и Эдвардс [70] изучали *влияние типов* ответов на консерватизм испытуемых. Различные типы ответов (вероятность по линейной шкале, вероятность по логарифмической шкале, шансы по логарифмической шкале и словесные шансы) приводили к различной степени консерватизма, хотя испытуемые проявляли его при любых условиях.

Такое же изменение консерватизма наблюдалось и при трех способах вознаграждения: линейном, логарифмическом и квадратическом [70, 95]. Однако в общем вознаграждение приводило к уменьшению консерватизма.

Петерсон и Дюшарм [67] наблюдали явно выраженное влияние приоритета на пересмотр вероятностных оценок, если *последовательность данных* подтверждала сначала одну из двух возможных гипотез, а затем другую. Оценки испытуемых пересекали границу диапазона от $+0,50$ до $-0,50$ (переключение с одной гипотезы на другую), подтверждая первую гипотезу гораздо позже, чем байесовы оценки. Кроме того, испытуемые уже не поддерживали вторую гипотезу столь же безоговорочно, как первую, хотя байесова оценка была одинаковой для второй и первой гипотез.

Петерсон и Дюшарм [67], повышая *сложность* среды, в которой принималось решение, обнаружили более консервативные оценки, как, впрочем, и Филиппс [71] с аналогичными результатами. Алькер и Герман [1] также нашли, что по мере увеличения сложности решения испытуемые становятся все более консервативными по сравнению с байесовой моделью. Отмеченные выше

исследования позволяют, по-видимому, сделать один и тот же вывод: повышение сложности решения приводит к снижению эффективности принятия решения, что полностью согласуется с влиянием сложности и на другие функции поведения оператора.

По мере увеличения *объема отбираемых данных* испытуемые проявляли больший консерватизм [69].

Опытные испытуемые были менее консервативны, определяя источники данных на основе меньшего количества выборок. Они оказывались восприимчивее к заранее задаваемым величинам вероятности и применяли соответствующую стратегию последовательнее неопытных испытуемых [94], см. также пример 106.

Что касается поиска информации, то испытуемые не применяли оптимальную стратегию, используя или слишком много, или слишком мало информации для оценки данной ситуации. Гершман и Левин [47] нашли, что испытуемые обычно использовали слишком много информации. Питц и Геллер [72] заметили, что испытуемые были склонны повторять свое предыдущее решение при получении противоречивой информации и переоценивать важность самых свежих данных. Может быть, неспособность испытуемых к оптимальным действиям объяснялась тем, что они неправильно реагировали на диагностичность данных [104]. Эти результаты совпадают с данными, полученными Геттисом и др. [30] и подтверждающими, что деятельность испытуемых, связанная с оценкой диагностичности данных, неудовлетворительна.

Выводы. Есть свидетельства того, что человек может дать хорошую оценку вероятности какого-либо события или явления, но относительно плохо ориентируется в обстановке, если необходимо просуммировать несколько вероятностных оценок (пример 92). Тем не менее субъективная вероятность подчиняется правилам комбинаторики, описанным в теории вероятности (пример 93). Хотя деятельность оператора в области тактических задач и не оптимальна с точки зрения теории игр, однако достаточно рациональна (пример 94).

В общем соответствие между субъективными и объективными оценками вероятности, основанными на частоте событий, вполне удовлетворительно [2, 3]. Эта точность, однако, более характерна для групповой деятельности, чем индивидуальной, что свидетельствует о важности индивидуальных различий.

Примеры исследований

Пример 92. Целью данного исследования было определение того, насколько эффективно принимающие решение операторы могут объединить оценки вероятности нападения противника по

трем независимым источникам информации и вывести общую вероятность нападения (ОВН).

В имитированной тактической ситуации использовались три фактора: высота, азимут и тип самолета противника. Каждый фактор соответствовал разной вероятности нападения на один из трех кораблей, управляемых испытуемым. Последний должен был оценить показатели вероятности, не прибегая к математическим расчетам, и решить, какому кораблю грозила большая опасность нападения (т. е. наибольшая ОВН).

Операторы не знали, как суммировать показатели вероятности, несмотря на то, что была обеспечена обратная связь. Большинство испытуемых применяли сложение, хотя правильным математическим действием было бы умножение показателей вероятности. Некоторые испытуемые вслед за сложением применяли групповую стратегию (т. е. выбирали корабль, имевший наиболее устойчивые оценки вероятности).

Были также явные доказательства стереотипности ответных реакций и (что весьма обычно) консерватизма в оценке ОВН.

Пример 93. Испытуемые должны были дать оценку вероятности большого количества редких событий, как отдельных, так и взаимосвязанных. Каждый испытуемый объединял оценки отдельных событий в соответствии с правилами теории вероятности и использовал их для прогнозирования оценок вероятности сочетаний событий. Средние значения корреляции между прогнозируемой результирующей величиной и фактическими показателями вероятности находились в диапазоне, изменяющемся от 0,86 до 0,94. Эти результаты позволяют предположить, что, несмотря на результаты, приводимые в примере 92, субъективные оценки вероятности сочетания событий подчиняются правилам комбинаторики и теории вероятности и что теория вероятности является хорошим средством аппроксимации при моделировании описания субъективных оценок вероятности.

Пример 94. В данном исследовании была рассмотрена имитационная модель тактического воздушного удара, отображаемого на экране дисплея. Испытуемые действовали попарно — один как атакующий, другой как обороняющийся. В каждом опыте светящаяся точка на экране изображала самолет противника, взлетающий с имитированного аэродрома и летящий с постоянной скоростью по направлению к двум целям. Испытуемые должны были выбрать цели (нажимая на кнопку) до того, как самолет достигал намеченного пункта. После того как самолет проходил это пункт, он направлялся по прямой к правой или левой цели в соответствии с намерениями атакующего.

Использовались четыре типа цели: авианосцы, подводные лодки, миноносцы и одиночные бомбардировщики. Каждый тип цели оценивался определенным количеством очков (100, 50,

20 и 10 единиц соответственно). Две цели могли иметь одинаковое или разное количество очков. Цели были снабжены защитным противовоздушным экраном с различной степенью электрической проницаемости, информация о которой предъявлялась на цифровом индикаторе. Кроме того, обороняющийся, нажимая на кнопку, мог создать полную эффективную защиту одной цели. Оба участника этой военной игры должны были сделать свой выбор до получения какой-то информации о выборе противника. Помимо выбора цели для защиты или нападения каждый испытуемый должен был предсказать ответную

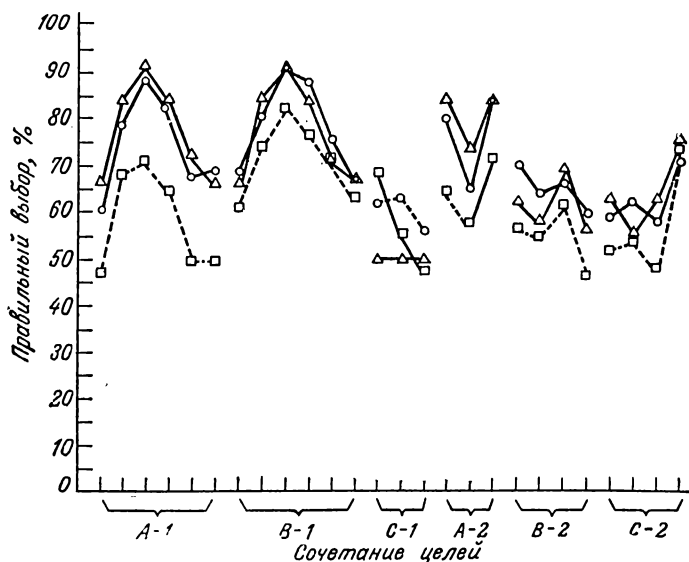


Рис. 4.5. Сходство между решениями операторов и теоретическим оптимальным решением (печатается с разрешения из работы Сидорски, *Hum. Factors*, 1967, пример 94).

○ — обороняющийся; □ — атакующий; △ — теоретическое оптимальное решение.

реакцию своего оппонента, т. е. назвать ту цель, которую противник, по его мнению, будет атаковать (защитить).

Несмотря на значительные расхождения в ответных реакциях участников игры и в теоретико-игровых оптимальных результатах, во многих случаях наблюдалось поразительное сходство между ответными реакциями испытуемых и теоретическими стандартными результатами (рис. 4.5). Очевидно, поведение испытуемых было весьма рациональным.

Частые неоптимальные реакции испытуемых (с точки зрения теории игр) не всегда означают, что поведение испытуемых

было неправильным. Отклонения в поведении могут отражать их способность учитывать дополнительные факторы, например уверенность в том, что напарник также действует не оптимально.

Выводы. Оператор стремится отложить свои действия, выходя за пределы оптимального времени реакции, и, если необходимо, часто совсем бездействует.

Примеры исследований

Пример 95. Воэн и др. [116] исследовали, как опытные армейские офицеры контролировали серию сообщений о необходимости изменения направления имитированного нападения. За исключением одного случая, офицеры не изменяли направления атаки даже перед лицом возрастающей опасности. Такое явление можно найти в описаниях многих знаменитых сражений.

Выводы. Оператор может основывать свои действия на относительно слабых входных характеристиках. Его поведение часто бывает непоследовательным. Для решения диагностической задачи нелинейного типа он стремится использовать простые линейные аддитивные модели.

Примеры исследований

Пример 96. В этом исследовании перед группами студентов Системы вневойсковой подготовки офицеров резерва или перед специалистами противовоздушной обороны ставилась задача принятия решений в нескольких ситуациях. В одной из ситуаций следовало выбрать большую или малую высоту радиолокационного наблюдения, так как одновременный обзор обеих высот был технически невозможен. Принятие решения осуществлялось путем прогнозирования того, какой самолет — в верхней или нижней зоне — составляет наибольшую угрозу, и последующим выбором соответствующей зоны наблюдения.

Многие испытуемые, прежде чем приступить к соответствующему поиску значительных различий в положении самолетов, исходили из слабой входной характеристики (т. е. еле заметной разницы в положении самолетов), имевшей незначительные практические последствия. Они чаще отдавали предпочтение вариантам с высокими уровнями выигрыша и потерь, чем средним решениям, намечаясь, очевидно, смягчить нежелательные аспекты ситуации. Испытуемые также проявляли (потенциально нежелательное) стремление изменить решения на противоположные в период между выбором первоначальной ответной

реакции и ее осуществлением. Такая непоследовательность возникала даже в тех случаях, когда первоначальный выбор был основан на тщательной оценке ситуации и часто требовал выбора среди задач высокого уровня.

Выводы. Диагнозы, сделанные даже самыми опытными операторами, часто бывают весьма сомнительными.

Примеры исследований

Существует много противоречивых мнений по поводу того, использует ли принимающий решение оператор в своих суждениях простые аддитивные модели линейного типа или сложные модели. Голдберг [32] представил убедительные доказательства, свидетельствующие о том, что в течение 90% времени операторы обычно используют простые модели линейного типа, если диагностическая задача сложна и нелинейна. Приводится большое количество примеров исследований, в которых уровень профессиональной подготовки и опытность эксперта никак не связаны с точностью его оценок, как не связан и объем имеющейся в его распоряжении информации с точностью его выводов и умозаключений. В результате этого надежность диагнозов падает как с течением времени, так и в зависимости от субъективных качеств специалистов.

Эти выводы пытались опровергнуть Роттер [81] и Айнгорн [21], предположившие, что в условиях высокой информационной нагрузки испытуемые используют сложные сочетания моделей для упрощения познавательных аспектов ситуации. В частности, Мерц и Доерти [64] указывают, что лишь очень немногие эксперты исходят в своих оценках только из линейной или только из сложной модели: используя линейную аддитивную модель в определенных задачах, эксперты обычно применяют другую стратегию, если задача изменяется. Критическим является вопрос о том, «какие условия задачи и какие испытуемые обуславливают те или иные (какие именно) стратегии?», а не вопрос о том, какие модели наилучшим образом описывают сам процесс человеческих оценок.

Выводы. Принимающий решение оператор вырабатывает гораздо меньше альтернативных реакций, чем требуется, и при этом способен использовать лишь небольшое количество критериев. Он упрощает ситуации принятия решения путем концентрации только на одной или двух наиболее очевидных характеристиках задачи.

Примеры исследований

Гальярди [28] предложил испытуемым разработать альтернативные решения проблемы размещения оружейной площадки, обеспечивающей возможность обстрела ряда целей. Испытуемые за 30 мин, отведенных на выполнение задачи, с большим трудом приняли пять решений, повторяя прежние решения и упуская из виду результаты, достигнутые на предыдущих этапах принятия решения.

Формулировка критериев оценки представляла достаточно большие трудности. Возн и др. [117] интервьюировали опытных командиров подводных лодок, чтобы определить критерии, которыми они руководствуются при выборе действия с разными параметрами управления (глубиной, скоростью, взаимодействием разных видов оружия). В среднем офицеры основывали свои решения на двух критериях, и никогда количество критериев не превышало четырех. Шрёдер [85] нашел, что качество решения в задаче выбора того или иного типа оружия ухудшалось из-за неспособности испытуемых сформулировать соответствующие понятия критерием (такие, как сохранение ресурсов) и соотнести ситуационные данные с этими параметрами.

Хейес [пример 83] нашел, что при увеличении критериев с двух до восьми для четырех и восьми альтернативных проблем качество решения снижается, а время принятия решения возрастает. В серии исследований, приведенных в примерах 10 и 11, Коннолли и его сотрудники оценивали соответствие оружия, выбранного опытными офицерами военно-воздушных сил в имитированной системе противовоздушной обороны. Хотя испытуемым были даны инструкции использовать три критерия при выборе оружия для поражения целей (снизить разрушение до минимума, поразить максимальное число целей и сохранить контроружие), фактический выбор основывался только на двух первых критериях. Шумахер и др. [96] пишут, что опытные офицеры флота, зенитчики, использовали только один критерий для выбора оружия в процессе тренировки. Очевидно, дифференцирование критериев затруднительно. Хотя при выборе самолетов и кораблей для изучения возможного дислоцирования подводных лодок [114] применялись многочисленные критерии, операторы распределяли их в порядке очередности и использовали как средство сужения диапазона альтернативных вариантов.

Идентификация критерия, по-видимому, также связана с формулировкой действия; принимающий решение оператор думает о критериях для обоснования того альтернативного решения, к которому он уже интуитивно пришел.

Есть также доказательства того, что оператор подсознательно упрощает ситуацию принятия решения, сконцентрировав

свое внимание только на одной или двух наиболее заметных характеристиках задачи и игнорируя другие. Ригни и Дебау [78] попросили 63 опытных офицеров контрразведывательной службы сделать вывод о степени угрозы нападения со стороны нескольких пар самолетов. Информация предъявлялась на слайдах в виде данных воздушной разведки, полученных при разных показателях дальности, курса, азимута, построения, высоты и скорости. Многие испытуемые не смогли сделать надежные выводы. Анализ, выполненный с помощью многомерных шкал, показал, что суждения о степени угрозы нападения были основаны прежде всего на показателях дальности и курса.

Выводы. Нетрадиционные подходы к принятию решения тем не менее весьма характерны для опытного персонала, приписывающего критериям соответствующую значимость.

Примеры исследований

Пример 97. В работе Возна и др. [115] описано, как 46 опытным офицерам-подводникам было дано задание сделать количественную оценку семи критериев, влияющих на желательную глубину погружения в двух тактических ситуациях. Значения критериев были весьма достоверны во времени (7—11 мес), устойчивы для разных испытуемых (хотя офицеры придавали различное значение критериям) и отличались соответствующим образом в разных тактических ситуациях (критерий глубины погружения измерялся в зависимости от изменений ситуации). Длительность эксперимента не имела заметной связи с оценкой важности критериев.

Выводы. Специфическая обратная связь (например, последствия принятого решения в виде количественных оценок вероятности) улучшает качество решения и облегчает его принятие в большей степени, чем неспецифическая обратная связь (например, результат). Оператор модифицирует свое поведение на основе обратной связи, если ему даны правильные инструкции; однако неточные инструкции сводят на нет положительное влияние обратной связи (см. также гл. 6).

Примеры исследований

Пример 98. В этом эксперименте исследовались такие переменные, как влияние противоречивых инструкций и специфичности обратной связи на принятие решений в тактических ситуациях. Испытуемым предоставлялась информация о скорости и расстоянии — двух атрибутах гипотетической среды системы

противовоздушной обороны; каждый атрибут мог принимать значение любого целого числа от 1 до 5. Задача испытуемого заключалась в выборе одного из трех вариантов решения (обозначенных как тактика 1, 2 и 3) и вычислении вероятности успешного результата P_s для выбранного решения на основе цифровой информации о данной задаче.

В одном типе инструкций испытуемым указывалось, что при низкой скорости и большом расстоянии наибольшую величину R_s имела тактика 1; при высокой скорости и малом расстоянии — тактика 3. В инструкциях другого типа утверждалось как раз обратное. Половина испытуемых получила обратную связь, основанную на правильных инструкциях, а половина — на неправильных.

Деятельность группы, получившей правильные инструкции, была эффективнее группы, получившей неправильные инструкции (среднее значение составляло 64,2—29,1%). Подача по обратной связи информации о P_s , как и следовало ожидать, не оказывала существенно большего влияния на деятельность, чем передаваемый по обратной связи результат, полученный на основе неправильных инструкций. Однако информация о P_s , передаваемая по обратной связи, способствует более эффективной работе при правильных инструкциях (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Правильный выбор в зависимости от инструкций
и типа обратной связи¹⁾

	Инструкции, %	
	правильные	неправильные
Обратная связь о P_s	69,0	27,5
Обратная связь о результате	59,5	30,7

¹⁾ По Кинкейду и Рэнку, 1967, пример 98.

Предположительно можно сказать, что инструкции, противоречащие действительной тактической ситуации, значительно ухудшают качество принятия решения независимо от специфичности обратной связи. Это объясняется тем, что упомянутые инструкции предоставляют испытуемому больше нужных сведений, чем обратная связь. В условиях реальной действительности вряд ли можно ожидать, что инструкции оператору могут быть преднамеренно неправильными, однако в сложных задачах они могут оказаться неопределенными или непонятными.

Аналогичные выводы были сделаны и из исследования обратной связи и типа ответной реакции, использованных при выполнении байесовой задачи принятия решения [62]. Испытуемые, получавшие по обратной связи сведения о величинах вероятности, действовали лучше, чем те, которым предоставлялась номинальная обратная связь или информация о состоянии ситуации; те, от кого требовалась реакция в виде оценки вероятности, действовали эффективнее, чем те, кто должен был просто охарактеризовать состояние ситуации.

Выводы. Принимающий решение оператор запрашивает меньше информации при увеличении объема накапливаемых входных данных. Объем запрашиваемой операторами информации увеличивается при повышении трудности задачи, а также при увеличении объема доступной информации и количества информационных источников.

Примеры исследований

Пример 99. В данном исследовании испытуемый играл роль военного командира, четыре базы которого (А, Б, В и Г) находились под возрастающей угрозой нападения. Он мог систематически получать информацию относительно угрозы нападения для каждой базы, однако эти оценки были в какой-то степени ошибочными и, следовательно, изменяли истинное представление об угрозе. Задача командира состояла в том, чтобы как можно быстрее определить базу, подвергающуюся наибольшей (истинной) угрозе нападения (см. также примеры 80, 86, 87, 88). Точки на графике показывали серию оценок угрозы нападения для каждой базы. Для решения задач предъявлялись сразу четыре таких графика — по одному на базу. Испытуемый запрашивал новую информацию до тех пор, пока не принимал окончательного решения.

Исследовалось несколько переменных, одна из которых — уровень сохраняемых входных сигналов — заслуживает внимания.

Объем сохраняемых входных сигналов — это объем полученной ранее информации, которая остается на устройстве отображения информации после получения и предъявления более свежей информации. Сохраняемые данные увеличивают объем доступной испытуемому информации, но при этом повышают и информационную нагрузку, а следовательно, могут оказывать как положительное так и отрицательное влияние. Испытуемые должны запрашивать меньше информации до принятия решения, поскольку им предоставляется больше сохраняемой информации.

Вторая гипотеза состоит в том, что объем получаемой информации увеличивается при повышении трудности задачи. Если это будет установлено, то подтвердятся выводы Хауэлла и др. (пример 80) о том, что объем используемой информации примерно пропорционален трудности задачи. Статистические данные подтверждают гипотезу, связывающую уменьшение приема информации с увеличением объема сохраняемых входных данных (рис. 4.6).

Количество входных сигналов, предъявленных до принятия решения, значительно увеличивается с возрастанием трудности

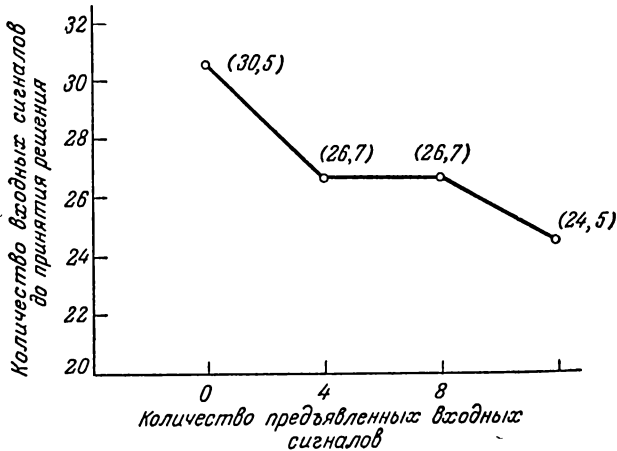


Рис. 4.6. Объем необходимой информации как функция сохранения входных данных (печатается с разрешения из работы Шренка, *Hum. Factors*, 1964. пример 99).

задачи, хотя это влияние далеко от пропорциональной зависимости. Поэтому испытуемые не подчиняются строго объективной статистической модели принятия решения. Как и следовало ожидать, количество ошибочных решений увеличивалось с увеличением трудности проблемы. Ошибка приводила к тому, что испытуемый становился более осторожным в следующем эксперименте.

Выводы. Адекватность решения изменяется в зависимости от того, какой объем полезной информации содержат предъявленные оператору данные.

Примеры исследований

Пример 100. В данном исследовании проверялась пригодность метода измерения полезности информации в решении тактических проблем. Задача состояла в том, чтобы найти и

потопить три из четырех подводных лодок, находящихся в радиусе действия противолодочного оружия. В начале эксперимента испытуемый получал от 0 до 4 сообщений, характеризующих действия противника, его возможности и (или) наиболее уязвимые места. Сообщения менялись с точки зрения их полезности и релевантности для принятия решения. Условный бассейн возможного расположения подводных лодок состоял из 128 ячеек, в которых испытуемые могли разыскивать лодки. Каждый испытуемый имел в своем распоряжении 200 единиц противолодочного оружия, которое могло быть направлено на любую ячейку с тремя положениями по глубине, имевшими различную вероятность нападения. Было найдено, что адекватность решения значительно изменялась в зависимости от полезности информации, заложенной в предоставляемых оператору данных. Шкалы полезности информации способствуют лучшему прогнозированию деятельности, чем показатель шанса. Ограниченность объема книги не позволяет остановиться на описании самих шкал.

Выводы. Персонал обращается за консультацией к информационным источникам отнюдь не оптимальным способом. По мере увеличения стоимости консультации к ней прибегают все меньше. Операторы проявляют нежелание расширять источники, необходимые для получения наилучшей информации. В общем персонал собирает слишком мало информации перед принятием диагностического решения. Однако когда в распоряжении испытуемых имеется больше информации, они эффективнее выбирают необходимые элементы данных [59].

С другой стороны, персонал обращается с целью проверки к дополнительным источникам информации даже тогда, когда они фактически не нужны.

Примеры исследований

Пример 101. В этом исследовании оператор должен был не только решить, какой объем информации следует собрать до принятия одного из двух возможных решений, но и выбрать один из трех информационных источников. В соответствии с поставленной задачей необходимо было принять решение о том, находится ли в поле зрения оператора подводная лодка. Решение принималось на основе информации, получаемой от трех имитированных сенсорных датчиков различного значения. Входные сигналы предъявлялись в виде карт с информацией о наличии подводной лодки. Испытуемым разрешалось прекращать сбор информации в любое время — возможность остановить работу по своему желанию, использовавшаяся в ряде исследова-

ний (например, [45, 83]. Соотношение результата и стоимости предусматривало серьезный штраф за неправильные решения, что определяло целесообразность сбора большего объема информации.

Заметное влияние на испытуемых оказывает относительная стоимость запроса данных из информационных источников, однако при этом проявляется некоторый консерватизм. Оптимальное решение должно было быть обеспечено сенсорным датчиком А даже в тех случаях, когда стоимость такого способа действий значительно превышала использование датчиков Б и В. Однако по мере увеличения стоимости использования датчика А к нему обращались все реже и реже. И даже тогда, когда стоимость использования источников была одинаковой, испытуемые часто обращались к источнику, имеющему меньшее значение для диагностики, с целью проверки информации, полученной от другого источника.

Для решения серии таких задач методом Монте-Карло использовали вычислительную машину, и полученные при этом результаты намного превосходили результаты деятельности испытуемых. Прежде чем принять решение, грозящее значительным штрафом в случае ошибки, испытуемые собирали значительно больший объем сведений. В деятельности отдельных испытуемых наблюдались существенные различия. «Был применен различный отбор информации и разные стратегии принятия решения, некоторые испытуемые действовали в соответствии с оптимальной моделью, другие были даже более осторожны, чем это предписывалось моделью» (стр. 385).

Выводы. Точность и уверенность в принятии последовательных решений меняются в зависимости от объема предоставляемой оператору информации.

Примеры исследований

Пример 102. В этом исследовании испытуемым было предложено решить имитированные военные задачи и, используя карты, принять решение о том, какому из их подразделений угрожало нападение противника. Им предъявлялась информация различного объема, отражавшая четыре, шесть и восемь последовательных перемещений противника в направлении этих подразделений.

Точность окончательного решения при четырех перемещениях составляла 46, шести — 53, а восьми — 81%. В этих условиях соотношение между уверенностью испытуемых в своих решениях и объемом информации составляла 52, 60 и 68%.

Тенденция считать информацию недостаточной для принятия решения проявлялась значительно сильнее при меньшем объеме информации, предоставляемой испытуемым. Однако на каждом этапе некоторые из них считали информацию недостаточной, но принимали точные решения. (Лэндис и др. [55] обнаружили лишь незначительную корреляцию между точностью решения и уверенностью в своих действиях). Информация считалась недостаточной для 60% правильных окончательных решений, принятых на основании четырех перемещений противника, для 37%, принятых на основании шести перемещений противника, а для 21%, принятых на основании восьми перемещений противника. Конечно, при этом наблюдались большие индивидуальные различия.

Соотношение между объемом информации и уверенностью в правильности решений было отражено и в других исследованиях (например, [43, 44, 51]).

Результаты примера 102 приводят к выводу о том, что недостаток уверенности в своих способностях принять точное решение у некоторых операторов может вызвать задержку в работе, даже если объективно они могут принять точное решение на основе имеющейся у них информации. Подтверждение этого можно найти в многочисленных исторических событиях и жизненном опыте самого читателя. Эта логичная гипотеза оспаривается некоторыми учеными, не имеющими, однако, достаточных доказательств. Например, Екегаммер и Магнуссон [22], изучая категории кандидатов в офицеры, обнаружили, что время принятия решения равномерно возрастало с повышением уверенности (так же как и с увеличением объема информации). Уверенность в правильности решения уменьшалась с увеличением неопределенности ответной реакции [44, 101].

Выводы. В тактической ситуации принимающий решение оператор может изменять критерии ответных реакций в зависимости от своей опытности. Прежде всего его поведение определяется выполняемой им ролью (атакующего или обороняющегося), а также наличием (или отсутствием) преимуществ перед противником. Когда оператор находится в явно невыгодном положении, он может допустить опережающее нападение противника, а затем дожидаться момента максимальной вероятности своего успеха.

Примеры исследований

Пример 103. В этом исследовании по существу применялась та же процедура эксперимента, что и в примере 94. В каждом опыте светящаяся точка, имитирующая положение атакующего,

перемещалась по прямой сверху вниз или справа к центру экрана дисплея. Цифры на индикаторном табло показывали испытуемому вероятность его собственного успеха и успеха противника, возраставшие с течением времени. Испытуемый мог вести огонь по противнику в тот момент, какой он считал наилучшим.

Величина P_s , при которой производился выстрел, вычислялись для очередного дня проведения эксперимента. В каждый последующий день испытуемые производили выстрел немного раньше (т. е. при меньшем значении P_s) и относительно лучше почти на всех уровнях. Причины этого неясны, но их можно объяснить изменениями в критериях ответной реакции оператора (может быть, возрастающей самоуверенностью оператора?).

В примере 94 атакующие могли лучше прогнозировать поведение своих противников, чем обороняющиеся. Последние часто действовали вопреки своим собственным прогнозам, основанным на соотношении между ожидаемыми величинами пар целей. Им, очевидно, казалось, что лучше действовать вопреки своим оценкам, чем принять курс действия, имеющий неприемлемо низкую вероятность успеха.

Хотя реакция испытуемых в примере 94 была вполне последовательной, когда преимущества были на их стороне, они кидались из одной крайности в другую, если оказывались в невыгодном положении. В примере 103 значения P_s распределялись по нормальному закону, если корабль испытуемого имел явное преимущество. Однако в тех случаях, когда подобное преимущество имел противник, они распределялись бимодально (рис. 4.7). Испытуемые указывали, что при наличии у противника серьезных шансов они предоставляли ему первым произвести выстрел в надежде на то, что он промахнется. Такая тактика позволяла испытуемым, находящимся в обороне, выжидать до тех пор, пока их собственная оценка P_s не достигнет достаточно высокого значения для обеспечения успеха. Поскольку операторам трудно действовать в неблагоприятных ситуациях, в процессе их тренировки следует создавать условия работы, подобные вышеописанным.

Необходимо отметить, однако, что экспериментальные ситуации, в которых испытуемым задаются значения P_s , могут не отражать поведение операторов в реальных условиях. В эксперименте с имитированной системой командного управления [39], предусматривающей оборонные действия десяти офицеров морского флота во время воздушного нападения, только один испытуемый заявил, что он учитывал и руководствовался в своих действиях значениями вероятностей. Большинство же участников эксперимента показали, что в реальном сражении конкретным значениям вероятности они уделяли мало внимания.

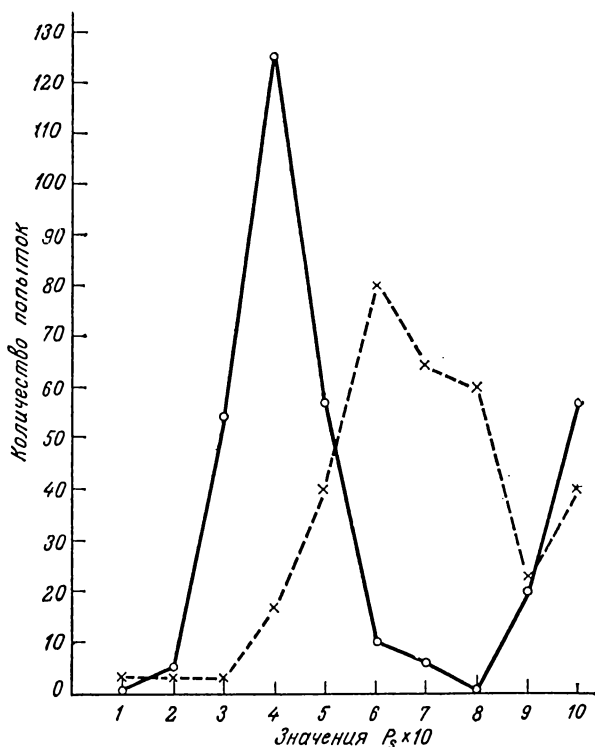


Рис. 4.7. Частота выстрелов, произведенных испытуемыми при величинах P_s , когда у них было преимущество «10-6» и невыгодное положение «6-10» (печатается с разрешения из работы Сидорски и Хаусмана, 1966, пример 103).

×—× преимущество «10-6»; ○—○ невыгодное положение «6-10».

Выводы. Принимающие решение операторы часто имеют идиосинкразический взгляд на тактическую ситуацию. Большинство из них разрабатывают какую-то стратегию (модели взаимосвязанных реакций). Однако критерии, определяющие эти стратегии, часто не связаны с адекватностью решений.

Примеры исследований

В исследованиях, приведенных в примере 103, большинство испытуемых (ученые и инженеры, половина из которых имела военную специализацию) проявили значительные индивидуальные различия в отношении применяемых ими стратегий. Например, по одной стратегии выстрел производился тогда, когда сумма значений вероятности успешных действий своего корабля

и корабля противника достигала определенной величины. Многие испытуемые изменяли также свое поведение, основываясь на успешных действиях или поражении в четырех или пяти предыдущих попытках — абсолютно неадекватная выборка.

Аналогично этому в ситуации командного управления, включающей отражение атаки с воздуха [37], опытные офицеры морского флота изменяли используемые ими методы (стратегию) в зависимости от степени неопределенности (недетерминированности) ситуации. При низком уровне неопределенности («легкие» атаки) применялись методы, весьма специфичные для условий атаки, а не ситуаций общего характера. Когда же ситуация, создаваемая атакой противника, приобретала большую неопределенность, использование специфических методов резко падало (см. также примеры 31 и 32).

Способности обнаружения цели также изменяются в зависимости от ряда критериев, используемых оператором для принятия решения. Иванс [24] нашел, что операторы, получившие инструкции применять рискованные критерии, обнаруживали цели раньше, но имели более высокий показатель «ложной тревоги», чем те, которым надлежало применять критерии более осмотрительно.

Такие отклонения не являются новостью для исследователей процесса принятия решения. Например, Ронен [80] поставил два эксперимента, в соответствии с которыми испытуемым следовало выбрать одно из двух взаимоисключающих действий, имеющих одинаковую конечную величину P_s . Каждое действие состояло из двух последовательных этапов. P_s первого этапа одного действия было больше, чем P_s первого этапа другого действия. Испытуемые знали как P_s каждого этапа, так и конечные (равные) P_s . Они последовательно и неоднократно предпочитали те действия, для которых P_s первого этапа было выше. (См. также об эффекте первичности, обнаруженном Петерсоном и Дюшармом, о чем говорилось раньше.)

Эти различия в стратегии имеют важное значение для обучения процессу принятия решения. Не все обучаемые воспринимают одинаково одни и те же тактические ситуации. Поскольку при этом в своих действиях они с инструктором руководствуются разными концепциями, их обучение может и не привести к желательным результатам.

Выводы.

1. Для изменения уже принятого решения оператору требуется больший объем информации, чем для первоначального принятия этого решения [75].

2. Чем больше времени тратит оператор на анализ задачи, тем труднее ему распознать изменения в условиях задачи.

3. Чем больше объем изменений в системе или среде, тем больше трудностей испытывает оператор в точной оценке истинного состояния системы или среды.

Примеры исследований

Пример 104. В этом исследовании оператор выполнял роль боевого командира, ожидающего нападения противника с северной или восточной стороны. Было известно, что противник использует различные концентрации войск (например, 20% на севере, 80% на востоке или 40% на севере, 60% на востоке). Учитывая сообщения о передвижении войск противника, испытуемый должен был определить местоположение главных сил последнего. При этом после каждого сообщения он делал от 30 до 40 попыток.

Использовались три независимые переменные величины:

- 1) исходные условия — 80 или 20% по сообщениям с севера,
- 2) время изменения сообщения — после 10 или 20 попыток и
- 3) объем изменений сообщения — 20, 40 или 60% по сравнению с исходными условиями.

Поскольку задача была совершенно простой, по-видимому, опыт, приобретаемый в процессе многократного осуществления попыток, не оказывал значительного влияния на показатели ошибок; при этом индивидуальные различия испытуемых почти не сказывались.

Результаты экспериментов показали, что для изменения определенного решения о состоянии среды необходимо гораздо больший объем информации, противоречащей данному решению, чем для его первоначального принятия. И это не должно вызывать удивления. Когда получены только две или три единицы информации, добавление еще одной будет оказывать большее воздействие, чем добавление одной единицы информации к уже имеющимся 10 или 20 единицам.

Время изменения сообщения также влияет на показатели ошибок оператора. Средняя величина ошибки, равная 15,4 после 20 попыток, значительно превышает среднюю величину 13,8 после 10 попыток. Чем больше проходит времени до изменения решения, тем неохотнее испытуемый решается осуществить задуманное изменение (рис. 4.8). Следует отметить также аналогию между деятельностью принимающего решение оператора и прогнозированием деятельности по байесовой модели. Хотя в последнем случае показатели были значительно лучше, чем у оператора, между ними была тесная взаимосвязь, что было найдено в исследовании, описанном в примере 94.

Различия из-за объема изменения информации также были значительными. Влияние, оказываемое изменением одной еди-

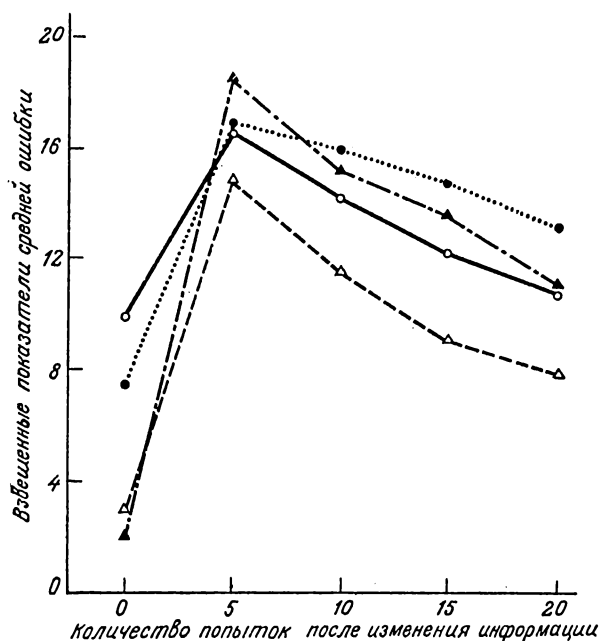


Рис. 4.8. Влияние времени изменения информации на деятельность испытуемых и прогнозирование с помощью байесовой модели (печатается с разрешения из работы Гибсона и Николя, 1964, пример 104).

○ — раннее изменение, операторы; △ — раннее изменение, байесова модель
● — позднее изменение, операторы; ▲ — позднее изменение, байесова модель

ницы информации, значительно отличалось от влияния изменений двух или трех единиц. Чем больше объем изменения, тем выше показатель ошибки после изменения и тем больше времени требовалось оператору для восстановления прежнего уровня точности.

Взаимосвязь между временем и объемом изменения сообщения также представляется весьма важной. Изменение условий воспринимается менее охотно тем наблюдателем, у которого в течение более длительного времени вырабатывалось определенное мнение о ситуации, чем тем, кто изучал эту ситуацию недолго. Может быть, приобретенная опытность уменьшит такую особенность в поведении оператора.

Рассмотренные выше исследования выглядят вполне логичными. Однако пример 105 дает противоположные результаты.

Пример 105. Принятая гипотеза состояла в том, что операторы, действующие в относительно устойчивых системах, способны учиться и совершенствовать правила работы. Это позволяет прогнозировать результаты принятия альтернативных вариантов

с большей точностью, чем в системах, подверженных частым изменениям. Задача была той же самой, что и в примере 98.

Испытуемым предоставлялась информация о двух характеристических признаках гипотетической ситуации в системе противовоздушной обороны. В зависимости от условий эксперимента скорость или расстояние были дифференциально оценены весовым коэффициентом, равным трем. Задача состояла в выборе одной из трех альтернатив и оценке P_s выбранного варианта. Изменения в состоянии системы осуществлялись заменой одного признака другим. Результат эксперимента показал, что влияния различий, вызванные упомянутой выше заменой, были несущественны.

ПОДГОТОВКА И ОПЫТ

Такие переменные, как подготовка и опыт, столь же важны для принятия решения, как и другие особенности поведения операторов. «Подготовка» — это целенаправленная программа обучения операторов способам решения поставленных перед ними проблем, таких, как изучение взаимосвязей между входными данными и методами решения проблем. Обучение правилам принятия решения должны логически приводить к совершенствованию деятельности. Вопрос заключается в том, в какой степени?

Под «опытом» подразумевается наличие у оператора предварительной практики решения аналогичных проблем. Опыт также должен способствовать совершенствованию деятельности операторов, но в меньшей степени, чем специальная тренировка, поскольку предварительная практика лишь предоставляет возможность научиться чему-либо, а операторы в процессе принятия решения не всегда руководствуются приобретенными ранее знаниями. Данных, подтверждающих высказанную гипотезу, очень мало, чем и объясняется краткость изложения этого раздела.

Выводы. Данные о положительном влиянии обучения на принятие решения противоречивы и, вероятно, зависят от типа задачи. Обучение, основанное на постановке перед операторами сложных диагностических проблем, оказалось весьма неэффективным для совершенствования процесса принятия решения даже при наличии обратной связи.

Примеры исследований

Голдберг [32] отмечает, что психологи-клиницисты, тренировавшиеся в течение 17 недель, поставили более 4000 медицинских диагнозов, сразу же получая по обратной связи

сообщения о корректности последних. Подготовка не оказывала никакого влияния на их способность ставить точный диагноз.

В отличие от результатов, полученных Голдбергом, Хэммонд и Саммерс [35] нашли, что тренировка операторов в использовании нелинейных критериев действительно улучшала диагностику по сравнению с теми, кто по существу такой тренировки не имел.

Сидорски и Симоно [99] попытались проводить тренировку в принятии тактических решений с помощью компьютера. В общем результаты были неудовлетворительными. Возможно, это объяснялось большой сложностью проблем, характерных для поведения команд в военно-морском флоте. Операторы, использовавшие последовательный процесс построения схемы ответных реакций, испытывали трудности в разработке оптимального решения. Авторы рекомендуют проводить тренировку операторов по изучению и решению практических проблем, исходя из конечной задачи, а не промежуточных этапов и подзадач.

Выводы. Опыт действительно улучшает принятие решения, возможно, благодаря повышению восприимчивости оператора к особенностям диагностики конкретной проблемы. Субъективные показатели вероятности, вычисленные опытными испытуемыми, как правило, выше (т. е. менее консервативны), чем показатели неопытных испытуемых (хотя см. также исследования [38] приводимые далее). Опытные испытуемые усваивают меньший объем знаний, чем неопытные, и в гораздо большей степени подвержены влиянию задаваемых ранее значений вероятности. Они также чаще применяют оптимальные стратегии.

Примеры исследований

Пример 106. Шесть испытуемых, имеющих большой опыт обработки вероятностной информации, и шесть неопытных испытуемых выполняли известную задачу о шарах и урнах, в которой испытуемый, вытаскивая шары, останавливает свой выбор на одной из двух урн (красной или черной).

Опытные испытуемые принимали во внимание более высокие конечные величины вероятности, чем неопытные (рис. 4.9), и использовали несколько меньшее количество данных. Хотя эта разница была статистически значимой, все же она была весьма незначительной. Однако опытные испытуемые применяли оптимальную стратегию в течение 48% всего времени, а неопытные только в течение 35%. С другой стороны, в более реалистической модели системы командного управления [38] опытные командиры военно-морского флота прибегали к более

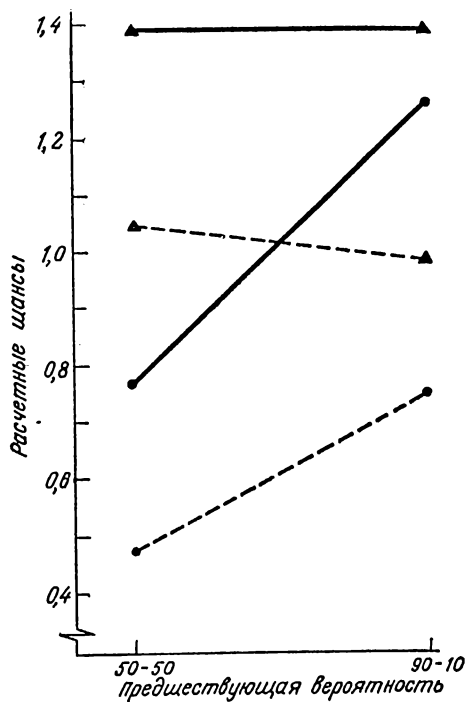


Рис. 4.9. Значения вероятности, вычисленные опытными и неопытными испытуемыми (печатается с разрешения из работы Штруба, 1969, пример 106). Состав испытуемых: ● 60/40—70/30; ▲ 80/20—90/10; — опытные испытуемые; --- неопытные испытуемые.

консервативной защите от воздушного нападения и реже меняли стратегию, чем неопытные офицеры в условиях большой неопределенности.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

В процессе принятия решения, так же как и в любом человеческом поведении, проявляются существующие индивидуальные различия между операторами. К сожалению, очень мало известно о значении этих различий, поскольку при исследовании процесса принятия решения, равно как и других бихевиористских исследований, изучению индивидуальных особенностей уделялось недостаточное внимание. И лишь немногие (и не очень убедительные) исследования были направлены на изучение факторов, связанных с индивидуальными различиями операторов.

Было бы желательно выяснить, имеются ли устойчивые модели ответных реакций, свойственные целым группам операторов. Если такие тенденции наблюдаются (например, конкретные стратегии приспособления, индивидуальные концепции риска), то их следует принимать во внимание при проектировании систем, включающих процедуры принятия решения.

Выводы. Принятие решения связано с личностными и познавательными переменными, хотя изменения, вызываемые этими переменными, оказываются меньшими, чем можно было бы ожидать.

Примеры исследований

Эдвардс [16] утверждает, что люди склонны к одним и тем же способам разрешения конфликтных ситуаций, например держать пари. Блок и Петерсон [7] нашли, что операторы, быстро принимающие решение, обычно бывают пассивными, мнительными и подчиняющимися правилам, тогда как медленно принимающие решения операторы бывают властными, самоуверенными и обладающими чувством юмора. Скодель и др. [97] нашли, что любители держать пари с низкими ставками руководствовались своими собственными побуждениями; их можно было отнести к людям среднего социально ассимилированного класса. Лонг и Целлер [60] и Прюит [75] показали взаимосвязь между уровнем догматизма и предшествующим решению поиском информации. Представляется, что если испытуемые-догматики отвергали или неправильно интерпретировали дополнительную информацию, то операторы, менее склонные к догматизму, использовали последующую информацию в большей мере [79]. Экспериментальная проверка этого положения выявила очень слабую взаимосвязь упомянутых выше факторов [9]. Небольшая статистическая значимость была найдена между догматизмом, склонностью к риску и интеллектом, с одной стороны, и временем принятия решения, точностью, уверенностью и гибкостью — с другой [113]. Было выполнено несколько исследований в области так называемого «стиля решения», который можно определить как характерный способ обработки информации принимающим решение оператором [65, 111]. Факторы позитивного отношения к процессу принятия решения снижают консерватизм операторов [112].

Пример 107. В других исследованиях использовался факторный анализ для выявления характеристик, лежащих в основе поведения испытуемых в процессе принятия решения. Факторный анализ был выполнен на серии из 70 показателей, включающих широкую выборку параметров поведения в процессе

принятия решения, а также познавательных и личностных характеристик. В этих экспериментах в основном принимались «не-направленные» решения (т. е. была возможность принять новое или отказаться от существующего решения), а содержание представленных задач не носило чисто математический характер. В эксперименте принимали участие 39 мужчин и женщин со средним образованием. К восьми ранее выявленным факторам следует отнести интеллектуальную пассивность, ограниченную уверенность при принятии чрезмерно большого количества решений за короткое время и осмысленную оценку структуры событий.

Пример 108. В этом исследовании соотносились вербальные параметры личности и познания с деятельностью в процессе принятия вербального решения. Были вычислены 16 множественных регрессионных уравнений, девять из которых были значимы на уровне 0,01, а три — на уровне 0,05. Хотя, конечно, интеллект был связан с эффективностью принятия решения, уравнения показали, что им обусловлено только 16% дисперсии для принимаемых решений.

При участии достаточно интеллектуального персонала высокая зависимость между личностными переменными и принятием решения маловероятна, поскольку нормальные показатели личностных тестов имеют весьма ограниченный диапазон. Как уже отмечалось, операторы, принимая решение, действуют рационально, хотя их действия могут и не быть столь эффективными, как работа компьютера.

Автору трудно согласиться с существованием рассмотренных выше зависимостей на основе столь не поддающихся объективному определению переменных, каким бы логичным это исследование ни казалось. Возможно, между личностными характеристиками принятия решения и есть взаимосвязь, которая мала в нормальных, но весьма заметна в более разнородных популяциях.

Выводы. Имеются доказательства того, что операторов можно различать по типу стратегий, которыми они пользуются при принятии решения, условно считая их абстрактными или конкретными. Структура их перцептивных понятий изменяется нелинейно в зависимости от стресса (нагрузки).

Примеры исследований

Пример 109. Некоторые операторы, условно называемые абстрактно мыслящими, способны организовывать информацию разными способами. Другие, конкретно мыслящие, используют очень простые и неизменные правила.

На базе теста «целостной сложности» были отобраны 28 конкретно и 28 абстрактно мыслящих испытуемых, составивших 14 однородных групп по четыре человека. Каждая группа играла в сложную игру, задача которой состояла в покорении некоего мифического острова (см. примеры 43, 55 и 56, где дается более подробное описание). Независимой переменной в этом эксперименте была информационная нагрузка в виде передаваемых испытуемым сообщений относительно действий противника и ответов на запросы или инструкции от испытуемых.

Группы, состоящие из конкретно мыслящих испытуемых, отмечали гораздо меньше целостной сложности при всех условиях нагрузки, чем абстрактно мыслящие. Все испытуемые отмечали большее количество целостной сложности в условиях умеренной нагрузки. Зависимость, представленная графиком в виде перевернутой буквы U, между информационной нагрузкой и деятельностью в процессе принятия решения была обнаружена Стрейфертом и его коллегами, исследования которых были описаны в работе Шредера и др. [86].

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУПП

Как в промышленности, так и в военной сфере все в большей мере отдают предпочтение принятию групповых руководящих решений. Причина этого неясна; как указывалось в гл. 2, результаты экспериментов, связанных со сравнением групповых и индивидуальных принятий решений, неопределенны.

В недетерминированных ситуациях для принятия решений требуется разработка новых планов (например, того, как достичь цели), в то время как решения в более упорядоченных ситуациях связаны с выбором заранее заданных альтернативных вариантов. Из-за высокой степени неопределенности в недетерминированных проблемах принимающий решение оператор может найти эмоциональную поддержку в том, что с ним вместе в процессе принятия решения участвуют и другие операторы.

Следовательно, организация группы должна оказывать влияние на принятие решения, пусть даже самое минимальное. Однако информация по этому вопросу весьма скудная.

Количество и качество решений, принимаемых группой, могут быть выше, чем результат отдельных действий такого же числа индивидов, потому что большая численность группы повышает вероятность наличия в ней более талантливых членов, стимулирующих деятельность остальных. И наоборот, групповое решение может оказывать отрицательное влияние на качество результата, поскольку оно иногда берет верх над лучшим индивидуальным решением. Распределение ответственности (иерархия) внутри группы также может оказывать влияние на

принятие решения, потому что право голоса имеют только те, кто занимает высшие ступени иерархической лестницы. Хотя о структуре управления написано достаточно много, к сожалению, большая часть литературы малосодержательна, и в ней почти ничего не говорится о связи структуры с конкретными результатами деятельности группы.

Выводы. Если принятие решения имеет место в недетерминированной структуре (например, совещание руководителей), результат будет низкого качества до тех пор, пока группа не примет необходимые организационные меры для выполнения своей задачи.

Примеры исследований

Пример 110. В предыдущих исследованиях было найдено, что при сравнении деятельности индивидов и групп, организованных случайным образом, первоначальные решения индивидов были выше по качеству, но через 50 мин это превосходство утрачивалось. Поэтому одним из факторов, влияющих на качество решения, может оказаться время, предоставляемое для его принятия.

В данном эксперименте офицеры должны были работать либо самостоятельно, либо совместно как члены группы над разработкой плана повышения морального духа и эффективности деятельности людей в условиях изоляции на арктических метеорологических станциях (типовая проблема исследования малых групп). Анализ идей индивидов и групп показал, что увеличение времени на решение задачи с 50 до 100 мин не оказывало значительного влияния на индивидуальные решения, но зато сказывалось на групповых. Индивидуальные решения, принятые за 50 мин, превосходили по качеству групповые решения, но по прошествии 100 мин это превосходство утрачивалось.

Относительная неэффективность групповых решений в первые 50 мин, возможно, объясняется неспособностью группы быстро «организовать» себя на выполнение задачи, прежде чем приступить к ее решению. Может быть, после соответствующей организации группа начинает функционировать так же эффективно, как и отдельные индивиды. Однако стоимость группового принятия решения выше, чем индивидуального, не только потому, что необходимо некоторое время для организации группы, но и потому, что это связано с большим количеством работающего персонала.

Выводы. Деятельность в процессе группового принятия решения изменяется при распределении ответственности среди членов группы и назначении ролей в процессе принятия решения.

Примеры исследований

Пример 111. В данном эксперименте испытуемые попарно должны были фильтровать неоднозначно понимаемый сигнал для извлечения из него релевантного компонента и выбора соответствующего действия. При этом один из испытуемых мог фильтровать сигнал, а второй — выбирать действия; допускалось и совместное выполнение названных функций. Проверялись условия фиксированного распределения ролей, поочередного изменения выполняемых ролей, выполнение ролей в зависимости от характера системы с учетом достигнутой опытности и ролей, определяемых до некоторой степени склонностями испытуемых к выполнению той или иной роли.

Одни условия оказались значительно эффективнее других. Условия, связанные с адаптивным управлением в системе и выбранной испытуемым ролью, оказались лучше, чем условия с неадаптивным управлением и без учета склонностей испытуемых. Временное ухудшение деятельности группы происходило сразу же после перераспределения ролей, чего и следовало ожидать.

Выводы. Принятие решения эффективнее при лучшей структуре задачи. Распределение ответственности при выполнении задачи имеет меньшее значение.

Примеры исследований

Пример 112. В рассматриваемом исследовании нужно было дать прогноз событий в недетерминированных системах. Групповая деятельность, модель которой являлась предметом изучения в данном эксперименте, представляла собой функцию задачи, работы и коммуникационной структуры. Структура задачи была определена в виде сложности, организации и избыточности компонентов. Структура работы определялась как способ распределения компонентов задачи среди членов группы.

В этом исследовании использовалась та же задача, что и в примере 91, имеющая нечто общее с исследованием оценок вероятности. В группе из двух человек испытуемым предъявлялись ряды двузначных чисел (по одному ряду всем одновременно). Каждый из членов группы должен был дать индивидуальный прогноз о том, какое из двузначных чисел критерия связано с каждым кодовым числом. Затем члены группы «объединялись»

и составляли групповой прогноз в отношении того же самого критерия. После 200 попыток группа получала обратную связь.

Структура задачи в этом исследовании отражала общую предсказуемость критерия как при использовании индивидуальных кодов, так и их сочетаний; при этом имели место следующие зависимости: сложность компонента способствовала прогнозированию индивидуальных кодов, избыточность компонента была связана с взаимной корреляцией кодов, а организация компонента лежала в основе прогнозирования кодов, использовавшихся в сочетании друг с другом. Были приняты два уровня структуры (предсказуемости) задачи (0,80 и 0,40), два уровня организации задачи (0,00 и 0,40) и три уровня структуры работы. Как показало исследование, структура зависела от сложности, избыточности и организации задачи, хотя со статистической точки зрения организация задачи рассматривалась как независимый параметр. Рассматривались три структуры работы, различавшиеся по количеству имеющихся кодов, предназначенных в качестве источника информации для каждого члена группы, и (или) в зависимости от того, какую часть из предоставленного объема кодов в соответствии с полученными инструкциями должен был использовать испытуемый. Наилучшие результаты были получены при максимально детерминированной структуре задачи (наибольшая предсказуемость); деятельность группы в условиях детерминированной на 80% структуры была лучше, чем деятельность группы в условиях детерминированной на 40% структуры. К аналогичным результатам привели и исследования деятельности индивидов, описанные в примере 91.

Деятельность групп, перед которыми ставились более структурированные задачи прогнозирования, по сравнению с некоторым теоретически возможным максимумом была эффективнее, чем групп, имевших менее структурированные задачи. Первые были значительно последовательнее в своих прогнозах, что вполне соответствует ранним исследованиям индивидуальной деятельности по прогнозированию (например, [14]).

В противоположность этому организация задачи, определяемая взаимосвязью ее компонентов, очевидно, снижала способность группы применять соответствующие стратегии. При этом более высокая степень взаимосвязи компонентов создает повышенную трудность, что, по-видимому, является следствием раздробленности задачи и ее абстрактного характера.

Результаты исследования подтверждают важность фактора неопределенности в работе систем, по крайней мере для функции принятия решения.

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация, рассматривавшаяся в гл. 3 в качестве характеристики задачи, определялась соотношением машинных и ручных операций. Вопросы автоматизации процесса принятия решения были вполне логично изложены в предыдущих главах.

Интерес к автоматизации (т. е. к использованию компьютеров) процесса принятия решения связан с теми преимуществами, которые может обеспечить современная вычислительная техника. Однако если преимущества автоматизации вполне очевидны для психомоторных и моторных функций, то этого нельзя сказать относительно познавательных функций. Поскольку определенные функции когнитивных процессов считаются характерными именно для деятельности человека (см., например, классические сравнения человека и машины у Фиттса [25]), полезность их автоматизации может показаться сомнительной. Однако последние данные свидетельствуют о том, что принятые человеком решения далеко не всегда оптимальны, и во многих случаях помощь компьютера может быть весьма плодотворной.

Следует обратить внимание на выражение «помощь компьютера». Никто серьезно и не предполагает полного замещения машинной познавательной функции человека; можно найти много существенных преимуществ в использовании компьютера, обеспечивающего более полное проявление мыслительных способностей человека. Поэтому нам необходимо определить, до какой степени следует автоматизировать процесс принятия решения и какие именно из познавательных функций, рассмотренных в данной книге, подлежат автоматизации.

Выводы.

1. Процесс принятия решения человеком соответствует байесовой модели (т. е. является рациональным с математической точки зрения), что постоянно подтверждается исследованиями (см. примеры 94 и 104).

2. Автоматизировать процесс *оценки* вероятности свершения определенных событий неэкономично, так как люди справляются с этой работой весьма успешно. Автоматизация обобщения вероятностных оценок может улучшить точность принятия решения на 10—15%.

3. Преимущество автоматизации обобщения данных *повышается* а) при снижении точности данных, б) при взаимозависимости данных, в) при увеличении объема обрабатываемых данных.

4. Обратная связь полезна как в случае принятия решений человеком, так и при использовании автоматизированных

процедур. Обратная связь для каждого этапа решения не нужна; достаточно ее введения в процесс принятия решения в определенные моменты времени. Однако она все же не позволяет оператору достичь тех возможностей, которые обеспечиваются с помощью автоматизации.

5. Искусство человека в обобщении показателей вероятно повышается с опытом и тренировкой, но всегда уступает автоматизированному процессу, исключая редкие случаи работы в оптимальных условиях.

6. Принимающий решение оператор обычно противится автоматизации процесса принятия решения.

Примеры исследований

В ранних исследованиях систем противовоздушной обороны [102], представляющих сейчас главным образом исторический интерес, проверялась гипотеза о том, что тяжелые нагрузки (60 против 37 целей) оказывают отрицательное влияние на принимающего решение оператора, но не на автоматическую систему. Обычно использовались три уровня автоматизации: 1) полностью автоматическая система, 2) полуавтоматическая система (автоматическая система могла быть признана нецелесообразной) и 3) система обработки данных вручную (оператор принимал сам все решения, а компьютер управлял первоначальной скоростью перехватчиков). В этом эксперименте ограничивающий фактор состоял в использовании одного испытуемого.

Полученные результаты не подтвердили эту гипотезу. Автоматический вариант системы допускал проникновение большего числа целей (18,8) и обеспечивал меньше попаданий, чем полуавтоматическая система (10,3). Не было заметной разницы между ручным и полуавтоматическим вариантами в отношении проникновения целей (главный критерий). Полуавтоматический способ, допускавший назначение оружия оператором и компьютером, приводил к соревнованию между ними. По мере продолжения эксперимента человек брал на себя все больше функций компьютера по принятию решения. Сравнивая эти способы по другим критериям, можно сказать, что автоматический способ проигрывал по сравнению с ручным.

Более поздние исследования дают результаты, немногим отличающиеся от вышеописанных.

Пример 113. Рассматриваемые ниже исследования (описание соответствует краткому отчету Хауэлла [46]) проводились в Университете шт. Огайо с 1960 по 1966 г.; ученые сравнивали деятельность оператора в процессе принятия решения с почти оптимальной деятельностью, описываемой теоремой Байеса.

Эта теорема выражает оптимальный процесс введения новой информации для оценки относительной вероятности каждого взаимоисключающего и полного ряда событий. Она определена как

$$\frac{P(H) P(D/H)}{P(D)},$$

где P — вероятность, H — гипотеза (состояние среды), D — данная величина, наклонная черта имеет смысл «дано, что» или «условно» (т. е. условное утверждение вероятности)¹.

Здесь сделано допущение, а именно: автоматизация весьма желательна в тех случаях, где деятельность человека значительно уступает байесовой модели.

Данные исследования проводились в условиях имитированной системы командного управления (оценка разведанных об угрозе со стороны противника).

Имитационная модель точно воспроизводила реальную систему и включала в себя дисплеи, радиосвязь и другое оборудование, используемое в действительности. Разведанные об угрозе нападения противника генерировались в реальном масштабе времени от имитированной среды.

Операторы системы командного управления выполняли двойную функцию: 1) интерпретировали (обрабатывали) данные и 2) оценивали (принимали решение) значения обработанных данных для существующей и будущей угроз со стороны противника. Каждую из указанных функций выполнял один оператор.

Система имела вероятностный характер. Сообщения о деятельности противника и определенных состояниях среды поступали с определенной частотой, учитываемой операторами при формулировке своих оценок. Типичный результат работы оператора — серия оценок вероятности каждого возможного состояния среды (например, 0,60 — двусторонняя атака, 0,30 — атака с фланга).

В последующих исследованиях, описанных Хауэллом и Геттисом 48, система командного управления была видоизменена таким образом, чтобы операторы могли работать либо с действительными, либо с трансформированными показателями вероятности, в соответствии с которыми рассматриваемое событие с наивысшей вероятностью принималось за истинное: оно приобретало значение 1,0, в то время как величина вероятности для всех других событий падала до нуля. Во многих реальных системах операторы не воспринимают информацию как вероятностную, хотя она именно таковой и является. Операторы

¹) Полное математическое определение теоремы Байеса, конечно, гораздо сложнее; здесь оно представлено в специально упрощенном виде.

накапливают информацию до тех пор, пока им не покажется, что состояние среды или системы достигло критического уровня. И тогда они начинают выполнять действия, характерные для работы в системах, не содержащих вероятностных параметров. Такого рода поведение операторов объясняется тем, что «система редко проектируется так, чтобы учитывать все ответные реакции, а при отсутствии хотя бы одной из них — полностью выходить из строя» [48]. Люди обычно склонны к трансформации недетерминированных ситуаций в более детерминированные. Ниже будет рассмотрен вопрос эффективности накопления вероятностных данных по сравнению с детерминистскими.

Рассматриваемые исследования берут свое начало из концепций, разработанных Эдвардсом [19]. Ученый выдвинул гипотезу, согласно которой деятельность принимающего решение оператора наиболее эффективна при оценке определенных показателей вероятности событий, а использование компьютера может быть эффективно для накопления и обобщения отдельных показателей и получения необходимых результатов (например, вычисление вероятности воздушного нападения при условии, что некоторые события имели место).

В концепциях Эдвардса принято несколько базовых допущений. Во-первых, оценка оператором неопределенных данных считается существенно важной для принятия диагностического решения. И было бы абсолютно нереально пытаться заложить в программу компьютера весь опыт командира, полученный им в процессе формулировки таких суждений. Во-вторых, оператор способен выразить свои суждения в цифровой форме (показатели вероятности), если они относятся к единственному событию. И в-третьих, компьютеры способны создать лучшие обобщающие результаты, чем человек. Из имеющихся правил сочетания (например, теорема Байеса, множественная регрессия) теорема Байеса, вероятно, самая простая и поэтому привлекла наибольшее внимание исследователей.

Байесова модель представляет собой оптимальное средство для обобщения информации при принятии диагностических решений. Трудность прогнозирования заключается в получении $P(H/D)$ из $P(H)$ и D . Если данные суммируются последовательно, то их обработка превращается просто в вычисление последовательных оценок $P(H/D)$, причем каждая из них выступает как $P(H)$ для следующего элемента данных.

Чтобы получить оценки $P(H/D)$, система должна определить полезность накопленных данных для прогнозирования; в противном случае не представлялось бы возможным изменять предыдущие оценки по мере поступления новой информации.

Диагностическая полезность данных определяется путем оценки вероятности обнаружения каждого элемента информа-

ции при любом из возможных состояний среды $[P(D/H)]$ на основе наблюдаемых частот появления данных (т. е. сколько раз ранее конкретная данная величина D была замечена в каждом состоянии среды).

Поэтому предполагается, что принятие диагностического решения связано с двумя оценками вероятности $P(D/H)$ и $P(H/D)$; при этом последняя (которая нас и интересует) является в основном результатом умножения $P(D/H)$ на $P(H)$ для каждого состояния среды. Чем точнее система сможет оценить $P(D/H)$ и $P(H/D)$, тем точнее будет аппроксимация оптимального диагноза.

Осуществимость автоматизации процесса принятия решения лучше всего рассмотреть, разложив суммарные результаты на оценки $P(D/H)$ и $P(H/D)$ и используя правила их корреляции.

Оценки $P(D/H)$ и $P(H/D)$

Логика подсказывает, что функция оценки $P(D/H)$ должна осуществляться главным образом человеком (например, комиссией экспертов) прежде всего потому, что такую оценку часто можно сделать на основе логики или интуиции. Например, использование компьютера может встретить трудности при сравнении «новых» и «старых» данных, поскольку это связано с очень тонкими критериями, устанавливающими различия в характере этих данных. Однако, если надо быстро обработать большое количество данных и (или) рассмотреть многие гипотезы, автоматизация всей «бухгалтерии» оценок может оказаться целесообразной.

Вывод исследования, выполненного в Университете шт. Огайо, сводится к тому, что автоматизированная обработка оценок $P(D/H)$ для получения оценок $P(H/D)$ практически оправдана. Поскольку запрограммированный по байесовому методу процесс позволяет накопить и обобщить большое количество оценок $P(D/H)$ за весьма короткое время, автоматизация должна использовать всю прогностическую информацию, которую содержат накапливаемые данные. С другой стороны, поскольку оператор может справиться с очень ограниченным объемом данных, он склонен действовать избирательно, ориентируясь на те данные, которые, по его мнению, дают наибольшую прогностическую информацию. В табл. 4.4 приведены общие преимущества автоматизированного процесса накопления и обработки данных по сравнению с деятельностью человека. Представленные в таблице сведения позволяют предполагать, что автоматизация может привести к повышению точности решения примерно на 10—15%.

Таблица 4.4

Сравнение эффективности накопления и обработки данных человеком и автоматизированной системой¹⁾

Диапазон исследованных условий	Правильные решения, %	
	человек	система
Знание результатов: 0—100%	34	41
Зависимость входных данных: нулевая—высокая	69	74
Информационная нагрузка: 4—12 элементов; предшествующая неопределенность: высокая—средняя	69	80
Функции результата: линейные, логарифмические, «все—ничего»; информационная нагрузка: 4—12 элементов; предшествующая неопределенность: высокая—средняя	62	70
Опыт: 114—234 ч	47	54
Достоверность (входных данных): полная—средняя	56	55
Достоверность: средняя—низкая; временная нагрузка: 1—7 мин на одно решение	21	31
Автоматизированное накопление и обработка: есть—нет	25	45
Контроль человека за накоплением данных: низкий—высокий	74	74
Общие средние показатели	45	58

¹⁾ Из работы Хауэлла, пример 113.

Однако остается без ответа самый важный вопрос: в каких условиях автоматизация обработки данных выгоднее? Какие условия приводят к ухудшению деятельности оператора, вследствие чего автоматизация оказывается целесообразной?

Достоверность информации. Принимающему решение оператору часто приходится иметь дело с неотфильтрованной, неполной или в любом другом отношении недостоверной информацией. Поскольку операторы концентрируют свое внимание на «лучшей» информации, они могут и не заметить элементы с низкими прогностическими показателями, поддающиеся учету в автоматизированном процессе принятия решения.

Заметнее целесообразность автоматизированного накопления и обработки данных проявляется в тех случаях, когда обрабатываемые данные имеют низкую достоверность (см. рис. 4.10, а также [91, 92]).

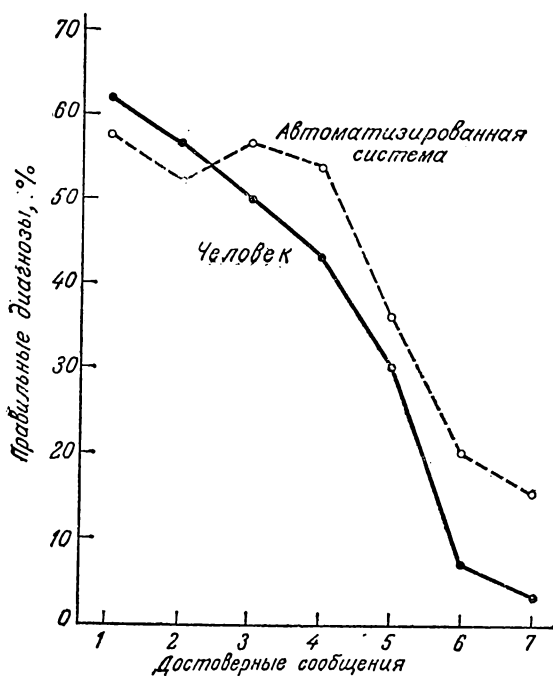


Рис. 4.10 Влияние недостоверных входных сигналов на точность диагноза (печатается с разрешения из работы Хауэлла, 1967, пример 113).

Роль обратной связи в автоматизированном процессе. Оператор может улучшить оценку $P(D/H)$, наблюдая за последствиями принимаемых решений. Однако не может быть обратной связи, полностью соответствующей действительности, в особенности в неопределенных ситуациях, где она носит слишком вероятностный характер. В реальной действительности обратная связь часто бывает искаженной, запоздалой, неопределенной или просто недоступной (гл. 6). Каково же влияние реальных условий на качество последующих решений?

В одном из исследований [34] сравнивались диагнозы, поставленные человеком и машиной таким образом, что результаты выдавались на разных этапах постановки диагнозов. На рис. 4.11 представлены наиболее важные результаты исследования. Автоматизированное накопление и обработка данных качественно превосходят выполнение тех же функций, осуществляемых человеком на всех уровнях знания результатов, превышающих 33%. Ниже этого уровня выбор между автоматизированным и неавтоматизированным процессами решения весьма затруднителен. В автоматизированной системе принятия

решения обратная связь о всех результатах решений для поддержания высокого уровня диагностики не нужна; однако совсем обойтись без нее тоже нельзя. (Как видно из гл. 6, этот вывод относится к операторам и системе в целом.) Таким образом, оказывается, что при ограниченном объеме накопленных данных большее внимание следует уделять сбору новых прогностических данных, нежели проверке ранее поставленных диагнозов.

Стресс. Исследователи Университета шт. Огайо определяли задачи (временной стресс) при возможных изменениях информации в любой момент времени (информационная нагрузка).

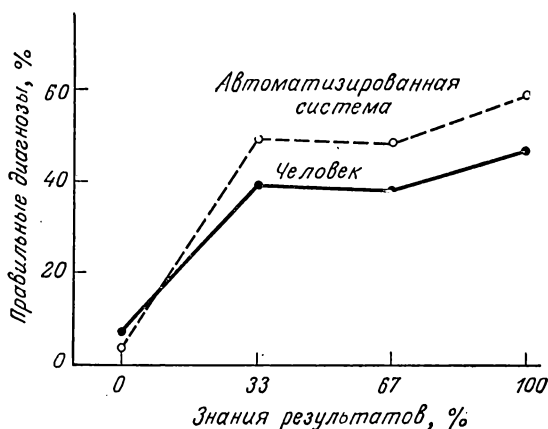


Рис. 4.11. Влияние знаний результатов на точность диагноза (печатается с разрешения из работ Хауэлла, 1967, пример 113).

Этой общей проблеме посвящено несколько исследований. Некоторые ученые изменяли время, отводимое на принятие решения [92, 95], другие — объем накапливаемой информации [89, 95]. На рис. 4.12 показано возрастающее преимущество автоматизированного способа принятия решения по сравнению с ручным при увеличении информационной нагрузки.

Прогностические соотношения между элементами данных. Для эффективного принятия решений обычно простого накопления элементов информации недостаточно. Некоторые элементы могут с большей вероятностью встречаться вместе при каком-то одном и реже — другом состоянии среды.

Например, военным действиям между Египтом и Израилем в 1973 г. предшествовали значительные перемещения войск на границах, отъезд советских специалистов и расширение пропагандистской кампании конфликтующих сторон. Каждый из названных выше элементов информации в отдельности мог

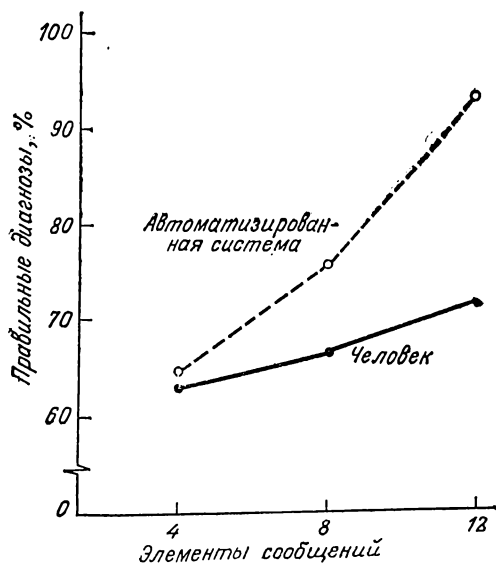


Рис. 4.12. Влияние объема обрабатываемой информации на точность диагноза (печатается с разрешения из работы Хауэлла, 1967, пример 113).

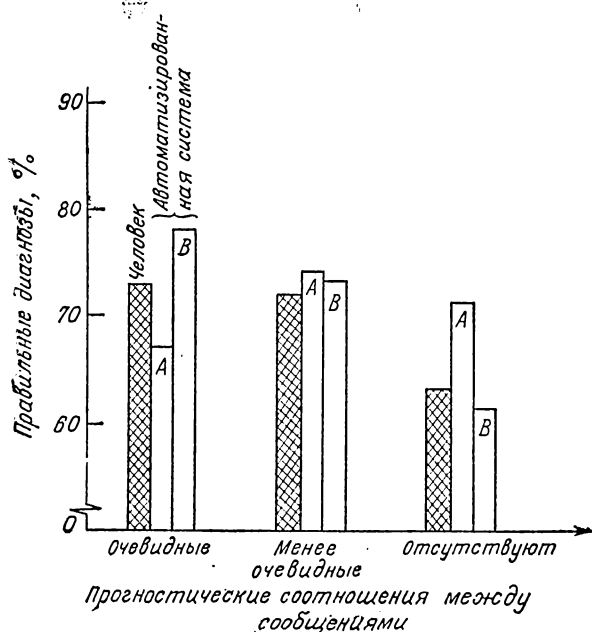


Рис. 4.13. Сравнение диагнозов, поставленных человеком и автоматизированной системой, как функция зависимости данных: A = допущение относительно независимости данных; B = допущение относительно зависимости данных (печатается с разрешения из работы Хауэлла, 1967, пример 113).

иметь низкую прогностическую величину; взятые все вместе они могли быть весьма показательными для прогнозирования последующих событий.

Поэтому элементы данных как в отдельности, так и в сочетании друг с другом (т. е. их связи с другими данными при конкретном состоянии среды) могут быть весьма полезны для составления обобщающего прогноза.

В исследованиях Шума [88, 89] сравнивались способности человека и автоматизированной системы в отношении возможностей обработки таких взаимосвязанных элементов (рис. 4.13). Прогнозы, составляемые людьми на основании сочетаний данных, оказываются менее эффективными, чем прогнозы автоматизированной системы специального назначения, способной учитывать связи между элементами. Тем не менее различия между качеством прогнозирования человека и автоматизированной системой весьма незначительны. Автоматизированная обработка данных целесообразнее в тех случаях, когда данные имеют относительно низкую степень предсказуемости, а человек работает в условиях временного стресса или нагрузки.

Опыт

Поскольку деятельность обычно улучшается в результате обучения или приобретения опыта, можно было бы ожидать, что это в равной мере относится и к диагностике. С учетом высказанного предположения критическим аспектом составления качественных прогнозов является степень совершенствования диагностической деятельности. Если в результате обучения эффективность деятельности оператора оказывается сравнимой с эффективностью автоматизированной системы, то обучение оператора может быть с практической точки зрения целесообразнее, чем автоматизация процесса принятия решения.

Исследования Эмануэля [23], Мартина [61] и Струба [110] показали, что деятельность хорошо обученного персонала, имеющего опыт формулирования вероятностных оценок, обычно эффективнее деятельности новичков. Опытный персонал практиковался в течение 9 мес, работая по полдня; контрольные испытуемые новички прошли лишь инструктаж в течение 4—16 ч. Несмотря на некоторые различия в результатах, опытные испытуемые показали восприимчивость к таким тонкостям обрабатываемой информации, которых неопытные испытуемые не заметили. Первые также лучше справлялись с информацией низкого качества, были последовательнее в применении какой-либо стратегии, тогда как ответные реакции неопытных испытуемых были весьма изменчивыми.

Диагнозы, устанавливаемые как автоматизированной системой, так и человеком, совершенствуются с приобретением опе-

раторами опыта. Опытность играет несколько большую роль, когда существует зависимость между данными. В одном из исследований операторы не смогли воспользоваться дополнительными прогностическими показателями взаимозависимых данных до тех пор, пока не поставили 24 диагноза.

На рис. 4.14 показано, что на первых порах эффективность работы автоматизированной системы повышается быстрее эффективности деятельности человека, но затем они фактически становятся одинаковыми [91]. Однако задача накопления и обработки данных в этом исследовании не была чрезмерно

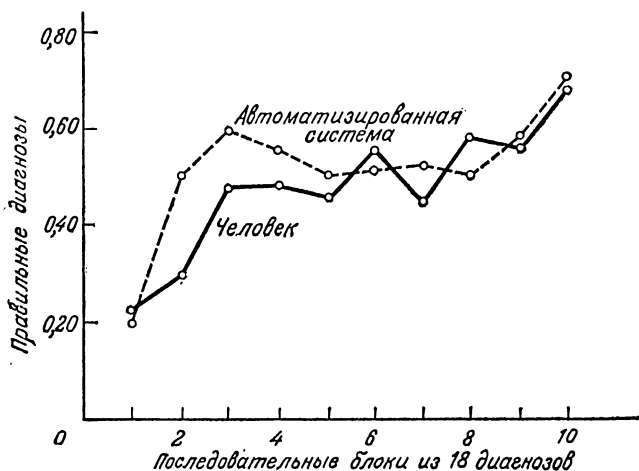


Рис. 4.14. Влияние опытности на диагнозы, устанавливаемые человеком и автоматизированной системой (печатается с разрешения из работы Хауэлла, 1967, пример 113).

обременительной, так как обеспечивалась полная обратная связь и все данные были абсолютно корректными. В не столь оптимальных условиях различия между деятельностью человека и работой автоматизированной системы могут стать значительно заметнее, причем эффективность работы автоматизированной системы возрастает.

Там, где автоматизация невозможна, можно все же улучшить процесс принятия решения человеком путем совершенствования процедуры как таковой. Операторы, обученные байесовой методике, работают более эффективно, чем необученные, хотя и уступают автоматизированной системе. В какой-то степени это объясняется упорядоченностью байесовой методики, а также необходимостью представления оценки в вероятностных показателях.

Сравнение вероятностной информации с детерминированной

Вспомним, что модифицированная система командного управления позволяет операторам пользоваться как детерминированной, так и вероятностной информацией. Восприятие вероятностной информации как детерминированной (т. е. интерпретация события, имеющего наибольшие показатели вероятности, как истинного события с вероятностью, равной 1,0) приводит к резкому снижению эффективности работы системы, в особенности в тех случаях, когда правильность входной информации (ее предсказуемость) составляет примерно 0,70 в момент принятия решения. Все выходные результаты системы отличались от оптимальной величины на 6—10%, исключая использование входной информации с крайне низкой или очень высокой содержательностью. «Несомненно, причина этого заключается в том, что уровень величины вероятности очевиден (при хорошей информации) и почти нет разницы между *кажущейся* и *истинной* величинами вероятности. Аналогично, если уровень значений вероятности определить невозможно (при плохой информации), ни один из способов деятельности не может быть существенно улучшен по воле случая» [48].

И все же, когда реакция системы не связана с двумя диаметрально противоположными ответами «все» или «ничего», а зависит от различных альтернативных состояний среды, важность вероятностной информации, а вместе с ней и общая предсказуемость, или диагностичность, системы повышаются. «То есть обработка данных по принципу «все или ничего» тем значительнее ухудшает результаты работы системы, чем лучше обрабатываемая информация» [48]. Детерминированная информация так же эффективна, как и вероятностная информация только в тех случаях, когда задача системы состоит в выборе наилучшего альтернативного варианта (независимо от того, насколько выбранный вариант лучше остальных).

Своевременность решения

Существуют убедительные доказательства того, что несвоевременность решений является постоянным недостатком процесса принятия решений, присущим человеку. В системе командного управления групповая стратегия состояла в том, чтобы прекратить сбор данных и продолжить свою деятельность по прошествии некоторого усредненного отрезка времени независимо от положительного или отрицательного характера диагностического решения. Поэтому может оказаться желательным рассмотреть возможность применения в будущих системах более жесткого программирования в отношении решения о том,

когда должно быть осуществлено действие; вопрос о том, какое действие совершить, должен быть оставлен на усмотрение оператора.

Коммуникация в системах по принятию решения

Коммуникация в системе командного управления почти не оказывала никакого влияния на работу системы. Наиболее подходящее действие в условиях возможного общения операторов система выбирала в течение 81% времени работы, а при отсутствии общения — в течение 79%. Однако когда имела место возможность общения, проявилась тенденция к передаче избыточной и нерелевантной информации. (В гл. 5 приводятся весьма близкие негативные результаты, полученные в системах другого типа).

Представляется возможным разделить функцию накопления и обработки данных между человеком и машиной. Если необходим учет большого количества элементов прогностической информации при принятии каждого решения, оператору было бы удобнее иметь дело не с отдельными элементами, а с их «сериями», что равносильно распределению обязанностей по накоплению информации. Таким образом, сделанные человеком оценки $P(D/H)$ могут объединить сразу несколько прогностических элементов, благодаря чему последние будут быстрее обрабатываться машиной для выдачи оценки $P(H/D)$.

Вследствие некоторого консерватизма, свойственного человеку при составлении прогнозов (о чем уже говорилось ранее), вероятностные оценки в свою очередь могут носить консервативный характер, когда принятие диагностического решения полностью осуществляется операторами. Более того, консерватизм операторов меняется в зависимости от значения результатов возможных решений и легкости накопления и обобщения данных.

Результаты исследований, приведенные в данном разделе, говорят в пользу автоматизированной обработки данных. Однако промежуточные условия — те, при которых операторы принимают участие в накоплении данных, — могут быть обеспечены только очень эффективными системами, в особенности в тех случаях, когда приходится учитывать «непредвиденную» информацию (т. е. информацию, непредусмотренную исходной прогностической программой). Тем не менее есть определенный предел, ограничивающий целесообразность обработки данных человеком и обусловленный неспособностью оператора правильно оценивать прогностические характеристики данных при большом объеме информации. «Таким образом, автоматизированные системы могут лучше работать при частичном использовании

обработки данных вручную, хотя и не столь удовлетворительно, как при полной автоматизации этой функции, если это оказалось бы возможным» [48].

В последних исследованиях [13] сделан акцент на *адаптивном* процессе принятия решения, при котором компьютерная модель по мере развития событий получает от оператора информацию, касающуюся степени полезности используемых данных, и приспособливает ответные реакции компьютера в соответствии с выполненной коррекцией. Затем компьютер предлагает решения, максимально использующие мнение оператора, что в свою очередь ведет к модификации оператором своего поведения. Эксперименты, связанные с решением имитационной задачи наблюдения, показывают, что операторы, получающие такую помощь, работают со значительно большей последовательностью и эффективностью, чем без помощи компьютера.

Выводы. В системе «человек-компьютер», где оператор контролирует решение компьютера и может принять или не принять его рекомендации, оператор часто отказывается от оптимальных решений и (или) изменяет их.

Примеры исследований

Когда автоматизация не заменяет оператора, а лишь помогает ему в работе, последний часто игнорирует оценки, сделанные компьютером [105, 106]. Даже управляя автоматизированным процессом, он предпочитает свои собственные оценки.

Пример 114. В обсуждаемом ниже исследовании изучалась система, в которой компьютер по заданной программе принимал решения на основании определенных правил, а оператор, осуществлявший контролирующие функции, мог принимать, отвергать или модифицировать эти решения.

В первом эксперименте операторы решали проблемы после того, как были сформулированы правила и критерии. По условиям второго эксперимента действия испытуемых, нашедших свои собственные решения проблемы, подвергались контролю со стороны компьютера. При этом операторы могли изменять уже принятое решение только в том случае, когда модификация должна была привести к усовершенствованию работы. Испытуемые, как правило, игнорировали предлагаемые решения и заменяли их своими, ухудшая тем самым оптимальные решения или улучшая худшие.

Решения испытуемых почти всегда уступали по качеству запрограммированным решениям, причем их деятельность ухудшалась при повышении скорости входной информации и не улучшалась при снижении неопределенности входных данных.

Знание результатов (обратная связь) способствовало нахождению оптимального решения. Неопределенность оказалась не столь важной характеристикой, т. е. испытуемым, по-видимому, не удавалось использовать всю доступную им информацию. Они принимали решения слишком рано.

Другие исследования [29, 36], связанные с системой командного управления в противовоздушной обороне, показали, что командиры не хотели полностью предоставлять управление компьютеру, однако предпочитали использовать решения автоматизированной системы, которые соответствовали весьма реалистической модели. Хотя некоторые офицеры и отвергали помощь компьютера, отдавая большое количество преждевременных и неполноценных приказаний, никто из них не прерывал связи с компьютером. Офицеры принимали рекомендации компьютера в течение 66% времени работы при таких рутинных операциях, как возвращение на аэродром самолета, у которого кончалось топливо, и в течение 55% времени при выдаче рекомендаций о скорости, с которой истребитель должен лететь к цели. Когда ситуация становилась критической, командиры стремились взять на себя большую степень управления, принимая рекомендации компьютера только в течение 33% времени. Испытуемые высказали единодушное мнение о том, что применение компьютера как средства оказания помощи командиру было весьма ценно. Однако в дальнейших исследованиях замечено, что в аналогичных условиях испытуемые иногда пренебрегают рекомендациями компьютера [37, 38].

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Человек не может эффективно использовать вероятностную информацию; иногда он ее игнорирует. Он может адекватно оценить вероятность отдельных элементов информации, но действует менее эффективно при обобщении показателей вероятности. Оператор, как правило, проявляет большой консерватизм и некоторую стереотипность в своих оценках вероятности. Он часто применяет неоптимальные по сравнению с объективной вероятностью и наилучшими результатами стратегии.

2. Тем не менее существует очень тесная взаимосвязь между прогнозами человека и байесовыми (т. е. оптимальными) прогнозами, хотя последние почти всегда выше по качеству.

3. Повышение трудности задачи ведет к большей изменчивости количества входных данных, которые нужны оператору до принятия решения. Количество неправильных решений и объем обрабатываемой входной информации увеличиваются с повышением трудности задачи. Оператор охотнее рискует при трудных (весьма неопределенных), чем при легких (весьма

определенных) решениях. Информационная неопределенность оказывает большее влияние на поведение оператора, чем какие-либо другие факторы.

4. Опыт и подготовка операторов улучшают деятельность по принятию решения, при этом подготовка операторов является наиболее эффективной переменной. Субъективные показатели вероятности опытных операторов обычно выше, чем неопытных; они требуют меньше информации и более восприимчивы к диагностическим кодам.

5. В процессе принятия решения весьма полезна обратная связь, причем обратная связь о P_s более полезна, чем о результатах.

6. Оператору требуется больший объем информации для изменения своего решения, чем для его первоначального принятия. При большом числе альтернативных вариантов используется больший объем входных данных.

7. Стоимость приобретения информации влияет на деятельность, связанную с принятием решения; оператор использует больший объем информации, когда это требует небольших затрат.

8. Оператор восприимчив к характеристикам предъявленных входных данных (например, к их изменчивости). Однако эти характеристики должны быть относительно грубыми — только в этом случае он сможет ими воспользоваться. Например, оператор может использовать структурирование входных сигналов как основу для принятия решения, но только тогда, когда способы структурирования совсем простые.

9. Скорость предъявления информации имеет большее значение, чем способ ее предъявления — автоматически или по запросу. По мере увеличения скорости обновления входных данных оператор стремится иметь больше информации. Однако его восприимчивость к скорости передачи информации весьма ограничена. Возможность модификации решений приводит к ухудшению деятельности, связанной с принятием первоначальных решений. Оператор чувствителен к достоверности (стабильности) своего источника информации; при увеличении количества противоречивой информации операторы стремятся иметь ее меньше. Нестабильная информация — то релевантная, то нерелевантная — более вредна, чем стабильная нерелевантная информация.

10. Объем используемой информации уменьшается по мере увеличения количества сведений о предшествующих входных сигналах. Значительное изменение условий окружающей среды воспринимается оператором менее охотно, если он развивал какую-то концепцию в течение длительного времени.

11. Индивидуальные различия между операторами, принимающими решения, всегда заметно сказываются на результатах.

12. Существует некоторый уровень доступного объема информации, при котором деятельность, связанная с принятием решений, максимально эффективна.

13. Характеристики задачи влияют на принятие решения в большей степени, чем структура группы, в окружении которой работает принимающий решение оператор, хотя распределение обязанностей влияет положительным образом.

14. Операторы оценивают вероятность отдельных событий достаточно хорошо, но автоматизация процесса обобщения вероятностных показателей может улучшить их деятельность на 10—15%. Преимущество автоматизации возрастает по мере уменьшения точности входной информации, а также увеличения стресса и взаимозависимости данных.

15. Оператор часто не желает соглашаться с решениями, выданными компьютером, и настаивает на сохранении своей активности в процессе принятия решения.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ

Данные исследований говорят о том, что решение, принимаемое человеком, далеко не всегда оптимально; и все же деятельность персонала отличается рациональностью и при использовании компьютера приближается (хотя и не достигая) к принятию оптимального решения.

При решении вопроса о целесообразности автоматизации процесса принятия решений необходимо учитывать следующие рекомендации:

1. Там, где это возможно, отдельные оценки вероятности входных событий должен вычислять оператор. Однако обработку этих оценок, в частности их обобщение, следует выполнять с помощью компьютера. Применение компьютера, по самому грубому подсчету, увеличивает эффективность принятия решения на 10—15%. Разработчик должен решить вопрос о целесообразности затрат на автоматизацию с учетом названного показателя повышения эффективности для данной конкретной системы.

2. Применение компьютера обеспечивает наибольшие преимущества в тех случаях, когда система должна использовать неотфильтрованные, неполные, зависимые или имеющие какие-либо другие недостатки данные и (или) когда оператор будет подвержен временному стрессу или стрессу, вызванному нагрузкой.

3. Усилия разработчика, улучшающего процесс принятия решения, должны быть акцентированы на выполнении следующих функций: а) структурировании входной информации и снижении ее изменчивости; б) обеспечении правильности всех входных данных; в) уменьшении количества характеристик входных данных, которые должны учитываться; г) возможно более точной характеристике вариантов решений; д) принятии только одного решения и точного указания момента его принятия; е) уменьшении противоречивости информации, поступающей от различных источников; ж) если возможно, количественном определении объема данных, выдаваемых оператору; з) указании (и если возможно, то количественно) относительных значений входных данных и вероятностей успеха ответных реакций, которые кажутся предпочтительнее; и) указании момента времени принятия решения; к) там, где это возможно, обеспечении некоторой обратной связи, информирующей оператора о правильности принятых им решений (хотя в последовательных, динамических процессах принятия решений частота передачи информации по обратной связи не должна быть слишком высокой); л) отражении в сложных ситуациях на дисплее всех возможных альтернативных ответов оператора.

4. Должна быть предусмотрена систематическая подготовка операторов по применению правил принятия решений. В процессе подготовки следует делать акцент на принятии конечного решения (так же как и на поэтапных решениях), осознании оператором допустимой сферы своей деятельности и разработке стратегии. Подготовка операторов для военных систем должна быть акцентирована на принятии решений в оборонительной ситуации.

5. При отборе операторов следует обращать внимание на тех, кто проявляет больше способностей в процессе принятия данного типа решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alker H. A., Hermann M. G., Are Bayesian Decisions Artificially Intelligent? The Effects of Task and Personality on Conservatism in Processing Information, *J. Pers. Soc. Psychol.*, **19**, 31—41 (1971).
2. Anderson N., Whalen R., Likelihood Judgements and Sequential Effects in a Two-Choice Probability Learning Situation, *J. Exp. Psychol.*, **60**, 111—120 (1960).
3. Beach L. et al., Probability Learning: Response Proportions and Verbal Estimates, *J. Exp. Psychol.*, **86**, 165—170 (1970).
4. Becker G. M., Sequential Decision Making: Wald's Model and Estimates of Parameters, *J. Exp. Psychol.*, **55**, 628—636 (1958).
5. Becker G. M., Decision Making: Objective Measures of Subjective Probability and Utility, *Psychol. Rev.*, **69**, 136—148 (1962).

6. Becker G. M., McClintock C. G., Value: Behavioral Decision Theory. *Ann. Rev. Psychol.*, 18, 239—286 (1967).
7. Block J., Petersen P., Some Personality Correlates of Confidence, Caution and Speed in a Decision Situation, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 51, 34—41 (1955).
8. Brehmer B., The Effect of Cue Intercorrelation on Interpersonal Learning of Probabilistic Inference Tasks, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 12, 397—412 (1974).
9. Brightman H. J., Urban T. F., The Influence of the Dogmatic Personality upon Information-Processing: A Comparison with a Bayesian Information Processor, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 11, 266—276 (1974).
10. Cohen J., Chesnick E. J., The Doctrine of Psychological Chances, *Brit. J. Psychol.*, 61, 323—334 (1970).
11. Connolly D. W. et al., Tactical Decision Making: II. The Effects of Threatening Weapon Performance and Uncertainty of Information Displayed to the Decision Maker on Threat Evaluation and Action Selection, Report ESD-TR-61-45 and AFCRL 1100, Operational Application Laboratory, Bedford, Mass., December 1961 (AD 288—878).
12. Corbin R. M. et al., Context Effects in Optional Stopping Decisions, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 14, 407—216 (1975).
13. Davis K. B. et al., Adaptive Computer in Dynamic Decision Processes: an Experimental Study of Aiding Effectiveness, Report PTR-1016-75-5, Contract No. 000L4-73-S-0286, Perceptronics, Woodland Hills, Calif., May 1975.
14. Dudycha L., Naylor J. C., Characteristics of the Human Inference Process in Complex Choice Behavior Situations, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 1, 110—128 (1966).
15. Edmonds E. M., Mueller M. R., Concept Formation and Utilization in the Presence of Irrelevant Visual Stimulation, *Psychonomic Sci.*, 18, 109—110 (1970).
16. Edwards W., Probability Preferences in Gambling, *Am. J. Psychol.*, 66, 349—364 (1953).
17. Edwards W., The Theory of Decision Making, *Psychol. Bull.*, 51, 380—417 (1954).
18. Edwards W., Behavioral Decision Theory, *Ann. Rev. Psychol.*, 12, 473—498 (1961).
19. Edwards W., Dynamic Decision Theory and Probabilistic Information Processing, *Hum. Factors*, 4, 59—73 (1962).
20. Edwards W., Subjective Probabilities Inferred from Decisions, *Psychol. Rev.*, 69, 109—135 (1962).
21. Einhorn H. J., Use of Nonlinear, Noncompensatory Models as a Function of Task and Amount of Information, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 6, 1—27 (1971).
22. Ekehammar B., Magnusson D., Decision Time as a Function of Subjective Confidence and Amount of Information, *Percept. Mot. Skills*, 36, 329—330 (1973).
23. Emanuel J. T., An Investigation of the Effects of Four Variables Influencing Performance in a Sequential Decision Task, Master's thesis, Ohio State University, Columbus, 1965.
24. Evans G. W., Risk-Taking Set and Target Detection Performance, *J. Appl. Psychol.*, 49, 243—244 (1965).
25. Fitts P. M. et al., (Eds.), Human Engineering for an Effective Air Transportation and Traffic Control System, National Research Council, Washington, D. C., 1951, (AD 133-954).
26. Fleming R. A., The Processing of Conflicting Information in a Simulated Tactical Decision-Making Task, *Hum. Factors*, 12, 375—385 (1970).
27. Fried L. S., Peterson C. R., Information Seeking: Optional Versus Fixed Stopping, *J. Exp. Psychol.*, 80, 525—529 (1969).

28. Gagliardi V. O. et al., Man-Computer Interactions in Idealized Tactical Problem Solving, Dunlap & Associates Inc., Darien Conn., May 1965 (AD 618-707).
29. Gebhard J. W., Hanes R. M., Problems of Commander Interaction with Stored Logic Machines in Navy AAW Operations, TR-528/BSF-123, Applied Physics Laboratories, John Hopkins University, Silver Spring, Md., November 1963 (AD 346-210).
30. Gettys C. F. et al., Human Evaluation of the Diagnosticity of Potential Experiments, *J. Exp. Psychol.*, 83, 25—31 (1970).
31. Gibson R. S., Nicol E. H., The Modifiability of Decision Made in a Changing Environment, Report ESD-TDR-64-657, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., 1964 (AD 610-122).
32. Goldberg L. R., Simple Models or Simple Processes? *Am. Psychol.*, 23, 483—496 (1968).
33. Goldstein I. L., Allen J. C., Effects of Irrelevant Stimuli on the Processing of Information in Complex Displays, *J. Appl. Psychol.*, 55, 110—113 (1971).
34. Goldstein I. L. et al., Feedback in a Complex Multiman-Machine System, *J. Appl. Psychol.*, 51, 346—356 (1967).
35. Hammond K. R., Summers D. A., Cognitive Dependence on Linear and Non-Linear Cues, *Psychol. Rev.*, 72, 215—224 (1965).
36. Hanes R. M., Gebhard J. W., Acceptance of Standard Operating Procedure in Tactical Decisions, Report TG-455, Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, November 30, 1962 (AD 343-344).
37. Hanes R. M., Gebhard J. W., Studies of Tactical Command Decision, IV. Commander Selection and Override of Specific and General Automated Procedures, Report TG-450-4, Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Silver Spring, Md., March 1964 (AD 376-434L).
38. Hanes R. M., Gebhard J. W., Studies of Tactical Command Decision, V. Commander Selection and Override of Automated Procedures: Effect of Program Switching under Different Levels of Uncertainty, Report TG-450-5, Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Silver Spring, Md., September 1965 (AD 373-766); краткое изложение исследований, выполненных Хайнсом и Хебхардом, читатель может найти в книге: Hanes R. M., Gebhard J. W., The Computer's Role in Command Decision, U. S. Naval Institute Proceedings, 92, 61—68 (1966).
39. Hanes R. M. et al., Studies of Tactical Command Decision, I. Effects of Attack Tactics on the Conduct of a High-Performance Defense in an ECM Environment, Report TG-450-1, Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Silver Spring, Md., October 1962.
40. Hayes J. R., Human Data Processing Limits in Decision Making, Technical Report ESD-TDR-62-48, Operations Applications Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., July 1962 (AD 283-384).
41. Hershman R. L., Levine J. R., Deviation from Optimum Information-Purchase Strategies in Human Decision Making, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 5, 313—329 (1970).
42. Hodge M. H., Reid L. S., The Influence of Similarity between Relevant and Irrelevant Information upon Complex Identification Task, *Percept. & Psychophys.*, 10, 193—196 (1971).
43. Hoge R. D., Confidence in Decision as an Index of Perceived Accuracy of Information Processing, *Psychonomic Sci.*, 18, 351—353 (1970).
44. Hoge R. D., Lanzetta J. T., Effects of Response Uncertainty and Degree of Knowledge on Subjective Uncertainty, *Psychol. Rep.*, 22, 1081—1090 (1968).
45. Howell W. C., Task Characteristics in Sequential Decision Behaviour, *J. Exp. Psychol.*, 71, 124—131 (1966).
46. Howell W. C., Some Principles for the Design of Decision Systems: A Review of Six Years of Research on a Command-Control System Simu-

- lation, Report AMRL-TR-67-136, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, September 1967 (AD 665-469).
47. Howell W. C. et al., An Evaluation of Two Variables Contributing to the Difficulty of a Sequential Decision Task, Report AMRL-TDR-63-58, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1963 (AD 411-187).
 48. Howell W. C., Gettys C. F., Some Principles for Design Systems: A Review of the Final Phase of Research on a Command-Control System Simulation, Report AMRL-TR-68-158, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, November 1958 (AD 684-548).
 49. Irwin F. W., Smith W. A. S., Further Tests of Theories of Decision in an «Expanded Judgement» Situation, *J. Exp. Psychol.*, 52, 345—348 (1956).
 50. Irwin F. W., Smith W. A. S., Value, Cost and Information as Determiners of Decision, *J. Exp. Psychol.*, 54, 229—232 (1957).
 51. Irwin F. W. et al., Test of Two Theories of Decision in an «Expanded Judgement» Situation, *J. Exp. Psychol.*, 51, 261—268 (1956).
 52. Kinkade R. G., Ranc M. P., The Effect of Conflicting Instructions and Feedback Specificity on Tactical Decision Performance, *Hum. Factors*, 9, 257—262 (1967).
 53. Kinkade R. G. et al., A Study of Tactical Decision Making Behavior, Report ESD-TR-66-61, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., November 1965 (AD 478-769).
 54. Knowles W. B., Operator Loading Task, *Hum. Factors*, 5, 155—161 (1963).
 55. Landis D. et al., Some Determinants of Certitude Judgements in a Complex Decision-Making Task, *Psychol. Rep.*, 24, 447—460 (1969).
 56. Landis D. et al., The Effect of Three Types of Visual Irrelevancy on Complex Decision Making, *J. Psychol.*, 74, 29—42 (1970).
 57. Lanzetta J. T., Kanareff V. T., Information Cost, Amount of Payoff and Level of Aspiration as Determinants of Information Seeking in Decision Making, *Behav. Sci.*, 7, 459—473 (1962).
 58. Lee W., Decision Theory and Human Behavior, Wiley, New York, 1971.
 59. Levine J. M. et al., Information Seeking with Limitations on Available Information and Resources, *Hum. Factors*, 17, 502—513 (1975).
 60. Long B. H., Zeller R. C., Dogmatism and Predecisional Information Search, *J. Appl. Psychol.*, 49, 376—378 (1965).
 61. Martin D. W., Data Conflict in a Multinomial Decision Task, Master's thesis, Ohio State University, Columbus, 1966.
 62. Martin D. W., Gettys C. F., Feedback and Response Mode in Performing a Bayesian Decision Task, *J. Appl. Psychol.*, 53, 413—418 (1969).
 63. Meeker R. J. et al., A Review of the Group Decision-Making Research Projects, Report TM-731, System Development Corp., Santa Monica, Calif., June 1962 (AD 281-907).
 64. Mertz W. H., Doherty M. E., The Influence of Task Characteristics on Strategies of Cue Combination, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 12, 196—216 (1974).
 65. Modrick J. A. et al., Renew of Approaches to Cognitive Style and Implications for Human Information Processing in Command and Decision Situations, *Proceedings*, Human Factors Society 19th Annual Meeting, Dallas, Texas, 333—335, October 1975.
 66. Muchinsky P. M., Dudycha A. L., Human Inference Behavior in Abstract and Meaningful Environments, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 13, 377—391 (1975).
 67. Peterson C. R., Ducharme W. M., A Primary Effect in Subjective Probability Revision *J. Exp. Psychol.*, 73, 61—65 (1967).
 68. Peterson C. R., Miller A. J., Sensitivity of Subjective Probability Revision, *J. Exp. Psychol.*, 70, 117—121 (1965).

69. Peterson C. R. et al., Sample Size and the Revision of Subjective Probabilities, *J. Exp. Psychol.*, 69, 522—527 (1965).
70. Philips L. D., Edwards W., Conservatism in a Simple Probability Inference Task, *J. Exp. Psychol.*, 72, 346—354 (1966).
71. Phillips L. D. et al., Conservatism in Complex Probabilistic Inference, *IEEE Trans. Hum. Factors Electron.*, HFE-7, 7—18 (1966).
72. Pitz G. F., Geller E. S., Revision of Opinion and Decision Times in an Information-Seeking Task, *J. Exp. Psychol.*, 83, 400—405 (1970).
73. Pitz G. F., Reinhold H., Payoff Effects in Sequential Decision Making, *J. Exp. Psychol.*, 77, 249—257 (1968).
74. Pitz G. F. et al., Strategies of Information Seeking in Deferred Decision Making, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 4, 1—19 (1969).
75. Pruitt D. G., Informational Requirements in Making Decision, *Am. J. Psychol.*, 74, 433—439 (1961).
76. Pruitt D. G., Pattern and Level of Risk in Gambling Decisions, *Psychol. Rev.*, 69, 187—201 (1962).
77. Rapoport A., Wallsten T. S., Individual Decision Behavior, *Ann. Rev. Psychol.*, 23, 131—176 (1972).
78. Rigney J. W., DeBow C. H., Multidimensional Scaling Analysis of Decision Strategies in Threat Evaluation, *J. Appl. Psychol.*, 51, 305—310 (1967).
79. Rokeach M., The Open and Closed Mind, Basic Books, New York, 1960.
80. Ronen J., Effects of Some Probability Displays on Choices, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 9, 1—15 (1973).
81. Rotter J. B., Can the Clinician Learn from Experience? *J. Consult. Psychol.*, 31, 12—15 (1967).
82. Sanders A. F., Ter Linden W., Decision Making During Paced Arrival of Probabilistic Information, *Acta Psychol.*, 27, 170—177 (1967).
83. Schrenk L. P., Objective Difficulty and Input History as Factors in Sequential Decision Making, *Hum. Factors*, 6, 49—55 (1964).
84. Schrenk L. P., Aiding the Decision Maker — A Decision Process Model, *Ergonomics*, 12, 543—558 (1969).
85. Schroder H. M., Factors Underlying Performance in a Complex Decision Making Task, Performance in an Anti-War Warfare Context, Princeton University, Princeton, N. J., 1965; описание приводится в статье: Vaughan W. S. and Mavor A. S., Behavioral Characteristics of Men in the Performance of Some Decision-Making Task Components, *Ergonomics*, 15, 267—277 (1972).
86. Schroder H. M. et al., Human Information Processing, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1967.
87. Schum D. A., Prior Uncertainty and Amount of Diagnostic Evidence as Variables in a Probabilistic Inference Task, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 1, 31—54 (1966).
88. Schum D. A., Inferences on the Basis of Conditionally Nonindependent Data, *J. Exp. Psychol.*, 72, 401—409 (1966).
89. Schum D. A., A Further Evaluation of Computer-Assisted Processing of Complex Evidence Sets in a Simulated Military Threat-Diagnosis Task, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1967.
90. Schum D. A., DuCharme W. M., Comments on the Relationship between the Impact and the Reliability of Evidence, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 6, 111—131 (1971).
91. Schum D. A., Goldstein I. L., Southard J. F., The Influence of Experience and Input Information Fidelity upon Posterior Probabilities Estimation in a Simulated Threat-Diagnosis System, Report AMRL-TR-65-25, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1965, (AD 615-758).

92. Schum D. A., Goldstein I. L., Southard J. F., Further Investigation of the Effects of Reduced Input Data Fidelity upon the Determination of Posterior Probabilities in a Simulated Threat-Diagnosis System, Report AMRL-TR-65-233, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, December 1965 (AD 631-781).
93. Schum D. A., Martin D. W., Human Processing of Inconclusive Evidence from Multinomial Probability Distributions, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 3, 353—365 (1968).
94. Schum D. A. et al., Research on a Simulated Bayesian Information-Processing System, *IEEE Trans. Hum. Factors Electron.*, HFE-7, 37—48 (1966); см. также AD 633-904.
95. Schum D. A. et al., Subjective Probability Revisions under Several Cost-Payoff Arrangements, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 2, 84—104 (1967).
96. Schumacher A. W. et al., Operational Training Research on Evaluator Decision Making in Anti-Air Warfare, Human Sciences Research, Inc., McLean, Va., 1965 (секретно); имеется сообщение в статье: Vaughan W. S., Mavor A. S., Behavioral Characteristics of Men in the Performance of Some Decision-Making Task Components, *Ergonomics*, 15, 267—277 (1972).
97. Scodel A. et al., Some Personality Correlates of Decision Making under Conditions of Risk, *Behav. Sci.*, 4, 19—28 (1959).
98. Sidorsky R. C., Houseman J. F., Research on Generalized Skills Related to Tactical Decision Making, Report NAVTRADEVEN 1329-2, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., December 1966 (AD 813-382).
99. Sidorsky R. C., Simoneau G. R., Decision-Making Study, Final Report. An Experimental Evaluation of TACTRAIN: An Approach to Computer-Aided Tactical Decision-Making Training, Report NAVTRADEVEN 1329-4, Naval Training Device Center, Fla., June 1970 (AD 875-911).
100. Sidorsky R. C. et al., Behavioral and Operational Aspects of Tactical Decision Making in AAW and ASW, Report NAVTRADEVEN 1329-1, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1964 (AD 607-888).
101. Sieber J. E., Lanzetta J. T., Conflict and Conceptual Structure as Determinants of Decision Making Behavior, *J. Pers.*, 32, 622—641 (1964).
102. Sinaiko H. W., Cartwright G. P., Careful: A Pilot Study of the Effects of Heavy Target Load on Human and Automatic Decision Makers, Report R-115, Coordinated Science Laboratory, University of Illinois, Urbana, September 1959 (AD 228-109).
103. Snapper K. J., Fryback D. G., Inference Based on Unreliable Reports, *J. Exp. Psychol.*, 87, 401—404 (1971).
104. Snapper K. J., Peterson C. J., Information Seeking and Data Diagnosticity, *J. Exp. Psychol.*, 87, 429—433 (1971).
105. Southard J. F., Schum D. A., Briggs G. E., An Application of Bayes' Theorem as a Hypothesis-Selection Aid in a Complex Information-Processing System, Report AMRL-TDR-64-51, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, August 1964 (AD 607-256).
106. Southard J. F., Schum D. A., Briggs G. E., Subject Control over a Bayesian Hypothesis-Selection Aid in a Complex Information-Processing System, Report AMRL-TR-64-95, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, September 1964 (AD 608-108).
107. Stager P., Muter P., Instructions and Information Processing in a Complex Task, *J. Exp. Psychol.*, 87, 291—294 (1971).
108. Streufert S. C., Effects of Information Relevance on Decision Making in Complex Environments, *Mem. Cognition*, 1, 224—228 (1973).

109. Streufert S. et al., Information Load, Group Organization and Communication Frequency, *Psychonomic Sci.*, 27, 348—350 (1972).
110. Strub M. H., Experience and Prior Probability in a Complex Decision Task, Master's Thesis, Ohio State University, Columbus, 1966.
111. Strub M., Levit R. A., Computer Compatibility with Decision Style: Eddies in a Bit Stream, *Proceedings, Human Factors Society Annual Meeting*, 46—49, 1974.
112. Sung Y. H., Effects of Attitude Similarity and Favorableness of Information on Bayesian Decision Making in a Realistic Task, *J. Appl. Psychol.*, 60, 616—620 (1975).
113. Taylor R. N., Dunnette M. D., Influence of Dogmatism, Risk-Taking Propensity, and Intelligence on Decision-Making Strategies for a Sample of Industrial Managers, *J. Appl. Psychol.*, 59, 420—423 (1974).
114. Vaughan W. S., Gartner W. B., Human Information Processing as a Source of Display Requirements in Strategic Command Control Systems, Development and Application of a Method, Human Sciences Research, Inc., McLean, Va., 1965 (секретно); излагается в статье: Vaughan W. S., Mavor A. S., *Ergonomics*, 15, 267—277 (1972).
115. Vaughan W. S. et al., Information Processing Tasks in Tactical Action Selection: Performance of Experienced Submarine Officers in Weighting Multiple Criteria for Depth Selection, Human Sciences Research, Inc., McLean, Va., 1964 (AD 433-750).
116. Vaughan W. S. et al., Study of Functional Requirements of Training Equipment for Army Command Tactical Decision Making, Report NAVTRADEVCECN 1341-1, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., February 1966 (AD 630-312).
117. Vaughan W. S. et al., Information Requirements for Six Command Decisions: The Advanced Submarine in an ASW Mission, Human Sciences Research, Inc., Arlington, Va., 1960 (AD 319-838) (секретно); описание приводится в статье: Vaughan W. S., Mavor A.S., *Ergonomics*, 15, 267—277 (1972).
118. Well A. D., The Influence of Irrelevant Information on Speeded Classification Tasks, *Percept. Psychophys.*, 10, 79—84 (1971).
119. Yntena D. B., Torgerson W. S., Man-computer in Decisions Requiring Common Sense, *IRE Trans. Hum. Factors Electron.*, HFE-2, № 1, 20—26 (1961).

ЛИТЕРАТУРА К ПРИМЕРАМ

Пример 80. Howell W. C. et al., An Evaluation of Two Variables Contributing to the Difficulty of a Sequential Decision Task, Report AMRL-TDR-63-58, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1963 (AD 411-187).

Пример 81. Strub M. H., Perception of Military Event Patterns in a Two-Alternative Prediction Task, Technical Research Note 221, Behavior and System Research Laboratory, Arlington, Va., February 1970 (AD 707-379); см. также: Strub M. H., Pattern Type, Strength, and Continuity as Variables Affecting the Perception of Second-Order Patterns in a Binary Prediction Task, *Proceedings, American Psychological Association*, 33—34, 1969.

Пример 82. Tobcotti M. A. et al., Human Decision Making as Related to Air Surveillance Systems, Report 300-3, Dunlap and Associates, Stamford, Conn., December 1960.

Пример 83. Hayes J. R., Human Data Processing Limits in Decision Making, Technical Report ESD-TDR-62-48, Operations Applications Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., July 1962 (AD 283-384).

Пример 84. Hayes J. R., Smith E., Decision Making Studies, Part I, The Tradeoff of Variables in Decision Making, NRL Report 5418, Naval Research Laboratory, Washington, D. C., January 1960; описывается в примере 103.

Пример 85. Messick D. M., Sequential Information Seeking: Effects of the Number of Terminal Acts and Prior Information, Report ESD-TDR-64-606, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass, October 1964. (AD 614-708).

Пример 86. Levine J. M. et al., Information Seeking with Input Pacing and Multiple Decision Opportunities, *Hum. Factors*, 16, 384—394 (1974).

Пример 87. Levine J. M., Information Seeking with Conflicting and Irrelevant Inputs, *J. Appl. Psychol.*, 57, 74—80 (1973).

Пример 88. Levine J. M., Samet M. G., Information Seeking with Multiple Sources of Conflicting and Unreliable Information, *Hum. Factors*, 15, 407—419 (1973).

Пример 89. Tate J. D., Howell W. C., Term Expectation and Uncertainty in Human Decision Behavior, Report AMRL-TDR-63-118, Beh Sciences Laboratory, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, November 1963 (AD 431-634).

Пример 90. Herman L. M. et al., Operator Decision Performance Using Probabilistic Displays of Object Location, *IEEE Trans. Hum. Factors Electron.*, HFE-5, (1), 13—19 (1964).

Пример 91. Naylor J. C., Schenck E. A., The Influence of Cue Redundancy upon the Human Inference Process for Tasks of Varying Degrees of Predictability, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 3, 47—61 (1968).

Пример 92. Flming R. A., The Processing of Conflicting Information in a Simulated Tactical Decision-Making Task, *Hum. Factors*, 12, 375—385 (1970).

Пример 93. Beach L. R., Studies in the Psychology of Decisions, Final Report, ONR Contract N00014-67-A-0103-0011, University of Washington, Seattle, December 1972.

Пример 94. Sidersky R. C., Predicting the Decision Behavior of a Knowledgeable Opponent, *Hum. Factors*, 9, 541—554 (1967).

Пример 95. Vaughan W. S. et al., Study of Functional Requirements of Training Equipment for Army Command Tactical Decision Making, Report NAVTRADEVCEEN 1341-1, U. S. Naval Training Center, Port Washington, N. Y., February 1966 (AD 630-312).

Пример 96. Schure G. H. et al., Group Decision Making under Conditions of Realistic Complexity, Technical Report SP-344/000/01, System Development Corp., Santa Monica, Calif., September 1961; описывается в примере 103.

Пример 97. Vaughan W. S. et al., Information Processing Task in Tactical Action Selectin: Performance of Experienced Submarine Officers in Weighting Multiple Criteria for Depth Selection, Human Sciences Research, Inc., McLean, Va., 1964 (AD 433-750).

Пример 98. Kinkade R. G., Ranc M. P., The Effect of Conflicting Instructions and Feedback Specificity on Tactical Decision Performance, *Hum. Factors*, 9, 257—262 (1967).

Пример 99. Schrenk L. P., Objective Difficulty and Input History as Factors in Sequential Decision Making, *Hum. Factors*, 6, 49—55 (1964).

Пример 100. McKendry J. M., Utility of Information as a Predictor of Decision Adequacy in Ambiguous Choice Situation, Report 567-R-3, HRB-Singer, Inc., Science Park, State College, Pa., July 1965 (AD 466-844).

Пример 101. Kanarick A. F. et al., Multi-Source Information Acquisition with Optional Stopping, *Hum. Factors*, 11, 379—385 (1969).

Пример 102. Hammer C. H., Timeliness and Accuracy in a Sequential Decision Making Task, Technical Research 162, U. S. Army Personnel Research Office, Washington, D. C. October 1965 (AD 625-223).

Пример 103. Sidersky R. C., Houseman J. F., Research on Generalized Skills Related to Tactical Decision Making, Report NAVTRADEVCEEN 1329-2,

U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., December 1966 (AD 813-382).

Пример 104. Gibson R. S., Nichl E. N., The Modifiability of Decisions Made in a Changing Environment, Report ESD-TR-64-657, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., December 1964 (AD 610-122).

Пример 105. Kinkade R. G., The Effect of Situational Factors on Tactical Decision Making Behavior, in R. G. Kinkade et al., A Study of Tactical Decision Making Behavior, Report ESD-TR-66-61, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Bedford, Mass., November 1965 (AD 478-769).

Пример 106. Strub M. H., Experience and Prior Probability in a Complex Decision Task, *J. Appl. Psychol.*, 53, 112—117 (1969).

Пример 107. Singer E., Roby T. B. Dimensions of Decision-Making Behavior, *Percept. Mot. Skills*, (Monog. Suppl. 3-V20.), 24, 571—595 (1967).

Пример 108. Townsend J. C., Smith W. J., Predicting Decision Making Behavior from Personality and Cognitive Variables, Report OSD-TDR-64-619, Decision Sciences Laboratory, Bedford, Mass., November 1964 (AD 610-521).

Пример 109. Streufert S. et al., Performance and Perceptual Complexity in a Tactical Decision Making Task, Princeton University, Report 1, Contract Nonr 1858-(42), Princeton, N. J., June 1964 (AD 603-177).

Пример 110. Fox D. J., Lorge I., The Relative Quality of Decisions Written by Individuals and by Groups as the Available Time for Problem Solving is Increased, *J. Soc. Psychol.*, 57, 227—242 (1962).

Пример 111. Pask G. et al., Group Decision Making and Communication Patterns under Conditions of Stress and Overload, when the Participants are Permitted to Function as a Self-Organizing System, Contract DA-91-591-EUC-3216, System Research Ltd., Surrey, England, February 1965 (AD 665-469).

Пример 112. Naylor J. C., Dickinson T. L., Task Structure, Work Structure and Team Performance, *J. Appl. Psychol.*, 53, 167—177 (1969).

Пример 113. Howell W. C., Some Principles for the Design of Decision Systems: A Review of Six Years of Research on a Command Control System Simulation, Report AMRL-TR-67-136, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, September 1967 (AD 665-469).

Пример 114. Shaffer L. H., Problem Solving on a Stochastic Process, *Ergonomics*, 8, 181—192 (1965).

ФУНКЦИИ КОМАНДЫ

Без анализа работы команды, представляющей собой характерную особенность многооператорной системы «человек-машина», функционирование последней понять весьма затруднительно. Поэтому необходимо знать способ объединения операторов, обуславливающий содержание и методы обучения команды в целом. Предложенные концепции деятельности и обучения команды весьма абстрактны и относятся главным образом к проблемам коммуникаций внутри команды. Большую часть усилий исследователи направляли на то, чтобы выяснить, приводит ли обучение команды к улучшению эффективности ее деятельности; однако результаты исследования оказались разочаровывающими. В данной главе дается также обзор литературы, посвященной структурным переменным величинам команды (например, численности, организации и составу).

ВВЕДЕНИЕ

Всякая многооператорная система «человек — машина» (МСЧМ), в которой задействовано не менее двух операторов, работающих во взаимодействии друг с другом, предполагает наличие экипажа, или *команды* (ради простоты в дальнейшем используется лишь последний термин). Команда является существенным элементом МСЧМ. Во многих отношениях деятельность команды идентична деятельности отдельного оператора: команда работает в соответствии с назначением системы, выполняет задания, поддерживает обратную связь, имеет те или иные общие для всех членов команды цели, приспособливает свое поведение к изменяющимся требованиям и т. д. Что же в таком случае является специфической особенностью поведения команды? Чем поведение команды отличается от поведения отдельных операторов? Эти вопросы привлекают внимание многих исследователей.

Интерес, проявляемый исследователями к деятельности команды, основан на предположении о том, что эта деятельность характеризуется чем-то таким, 1) что существенно важно для выполнения назначения системы и 2) чего нет в работе отдельного оператора. Интерес системотехников сосредоточен на проблемах создания команды (ее состава и задач) и ее обучения эффективной работе.

Но что при этом является определяющим специфическим элементом команды, остается неуловимым. При поверхностном наблюдении представляется, что таким элементом является взаимодействие между членами команды, зачастую называемое

«совместной работой». Исследователи, пытавшиеся выделить этот элемент, обычно обращались к понятию «коммуникация», поскольку всякий механизм, в котором задействовано не менее двух совместно работающих операторов, предполагает наличие той или иной формы коммуникации. Мы видели, однако (гл. 3), что если система *не требует* коммуникации, то всякая активность, связанная с общением операторов, как правило, наносит ущерб функционированию системы. Более того, один оператор может передавать информацию другому (например, посредством дисплея), однако такого рода коммуникация не обуславливает необходимость совместной работы.

Определения

Команду следует отличать от группы, представляющей собой объект широких исследований социальной психологии. Различий между ними в основном относятся к той или иной степени проявления характерных черт, но в общем критическая граница, отделяющая команду от группы, может быть установлена на основании отличий поведения команды, определяемого внешними целями (например, процессами, инструкциями, требованиями, которые ставятся системотехником), от поведения группы, находящегося на более высоком уровне самоуправляемости (хотя совершенно неструктурированное поведение группы встречается редко).

Здесь уместно привести характеристику различий, данную Клаусом и Глазером [72]: «Команда обычно бывает хорошо организована и обладает высокой структурированностью поведения, так как выполняет относительно формальные операционные процессы... Как правило,

1) команды обладают сравнительно жесткой структурой, организацией и сетью коммуникаций...

2) члены команды имеют строго определенные обязанности...

3) деятельность команды основана на кооперации или координации работы отдельных специалистов, обязанности которых лишь в малой степени перекрывают друг друга...

4) команда осмысленно взаимодействует с оборудованием и задачами...

5) команда может быть снабжена специальной инструкцией по работе...

Небольшая группа не обладает до такой степени формализованной организацией и редко выполняет определенные и специфические задачи... Небольшие группы обычно

1) имеют неопределенную, или свободную, структуру, организацию и сеть коммуникаций;

2) обязанности членов группы не налагаются на них извне, а выбираются ими самими, причем вклад каждого индивида в выполнение задания в основном зависит от его личных качеств;

3) деятельность группы главным образом зависит от качества работы отдельных независимых индивидов;

4) деятельность группы связана со сложной деятельностью по принятию решений;

5) группу нельзя заранее снабдить специальной инструкцией, поскольку неизвестны характер труда и степень участия отдельных членов группы в выполнении общей задачи...»

Многие из переменных величин, влияющие на деятельность группы, влияют и на деятельность команды, хотя можно предположить, что из-за отмеченных выше различий их влияние носит в этом случае особый характер. Лордж и др. [77] также проводят строгую границу между группами, как таковыми, и командами, предостерегая читателей от переноса отличительных признаков одних на другие. Однако существующее сходство между командой и группой оправдывает включение в эту главу релевантных примеров, взятых из работ по исследованию группы.

Формулирование определения команды во многом аналогично установлению связи между концептуальным определением задачи и ее конкретной реализацией (гл. 3). Например, команда не обязательно должна быть стабильной единицей. Ее состав и распределение функций персонала могут меняться в зависимости от характера выполняемых задач или временных условий. «Команда, выполняющая в полевых условиях задание по рекогносцировке местности, представляет собой совершенно иную организацию, чем та же самая команда в лабораторных условиях. Поведение этих команд и взаимодействие операторов заметно отличаются друг от друга несмотря на то, что состав персонала почти не меняется [35].

Следует также видеть различия между командой, с которой оператор общается (состоящей из относительно небольшого количества людей), и *расширенной* командой (например, командой корабля), в которую включена команда непосредственного общения. Поскольку экспериментальные исследования над расширенными командами весьма затруднительны, почти все наши данные относятся к командам непосредственного общения. Факторы, влияющие на оператора, могут, однако, различаться в зависимости от контекста.

А как определить, является ли данный оператор членом команды в условиях большой, многооператорной системы? Следует ли считать решающим фактором его присутствие во

время работы команды? Или степень его взаимодействия (т. е. обеспечение связи) с другими членами команды? Возможно, однако, существование команд, для которых взаимодействие не играет существенной роли. Если использовать слишком жесткие критерии, то часть персонала (например, контролеры команды), не участвующие непосредственно в деятельности команды, окажутся вне ее.

С другой стороны, если использовать понятие взаимодействия в более широком смысле (например, чтобы оно учитывало и такие действия, как передача информации команде со стороны оператора другой подсистемы), то определение команды будет неприемлемо широким.

Таким образом, мы должны решить вопрос о том, что представляет собой измеряемая *единица* деятельности команды. Деятельность команды можно определить как все то, что делает команда в течение данного времени. Однако здесь смешиваются функции, имеющие критическое значение, с второстепенными функциями. Мы можем также определить это понятие иначе, а именно как выполнение отдельных функций или задач, но в этом случае можно просмотреть влияние фактора взаимодействия.

Сложность проблемы заключается в том, что понятие команды как конкретной (наблюдаемой) сущности может сильно отличаться от понятия команды как структуры.

Переменные величины

Структурные переменные свойственны команде как таковой; *ситуационные* переменные характеризуют среду, в которой осуществляется деятельность команды. Оба типа переменных, естественно, влияют на способ деятельности команды. Некоторые из обсуждаемых ниже переменных тождественны переменным, влияющим на поведение отдельного оператора.

Структурные переменные величины, подлежащие описанию в настоящем разделе, включают:

1. Численность команды.
2. Организацию команды.
3. Взаимодействие в команде (т. е. коммуникацию между членами команды).
4. Состав команды.
5. Деятельность команды.

Численность команды

Численность команды влияет на способ ее организации и взаимодействия внутри нее. Специалисты по «малым группам» ставили вопрос о том, влияет ли численность группы на резуль-

таты ее работы, особенно при решении проблем. Этот вопрос предполагает возможность регулирования численности команды для достижения оптимальной эффективности работы. С нашей точки зрения, поскольку численность команды в многооператорной системе «человек-машина» в основном определяется характером выполняемых задач, данный вопрос прямого отношения к ней не имеет. Исключение составляют очень большие системы (например, военные суда), предусматривающие пополнение персонала, или весьма недетерминированные системы (например, системы управления и командные штабы), задачам которых свойственны относительная гибкость и автономность, в связи с чем численность их персонала можно регулировать путем перераспределения ответственности среди членов команд. Системотехник заинтересован в отыскании *минимальной* численности команды, достаточной для эффективного выполнения задач.

Организация команды

Организация команды в значительной мере зависит от отношений между задачами и операторами. Как показано выше, задачи могут выполняться серийно, параллельно или независимо друг от друга. Организация команды может быть модифицирована в результате объединения или перераспределения функций системы среди постоянного или меняющегося количества операторов либо в результате чрезмерного увеличения численности персонала, необходимого для выполнения компенсаторной функции или резервирования.

Поэтому организация команды обычно обусловлена взаимозависимостью операторов внутри системы. Если взаимозависимость невелика, фактор организации не имеет большого значения; неадекватное функционирование одного из элементов системы или какой-либо подсистемы почти не влияет на работу других операторов или подсистем. Если же взаимосвязь весьма заметна, неадекватная работа одного из операторов серьезно влияет на работу других (зависимых от него) операторов, и это влияние может оказаться еще существеннее из-за характера организации. Например, чем централизованней организация системы, тем заметнее недостатки в функционировании ее центрального элемента будут сказываться на работе других элементов системы.

Организация команды также имеет отношение к степени недетерминированности системы; чем менее детерминирована система, тем гибче должна быть ее организация для того, чтобы исключать фактор неопределенности и непредвиденные реакции.

Из-за такого рода связи между требованиями задачи и организацией команды системотехник ограничен в выборе типа организации команды. Характер системы и (или) задачи определяет взаимоотношения между операторами.

Организация команды отражает не только взаимодействие *внутри* команды; необходимо также учитывать взаимоотношения *между* командами и между подсистемами. Последние, однако, свойственны скорее расширенным командам или системам в целом, чем командам с непосредственным общением.

Организация команды является важным фактором при количественном прогнозировании деятельности команды. Выразив данные об ошибках в вероятностных единицах, можно сделать количественную оценку деятельности [24], правда при условии, что математической обработке, применяемой для прогнозирования деятельности, подвергается и такой фактор, как взаимоотношения персонала команды.

Взаимодействия в команде

Принято считать, что команду от группы, составленной из отдельных операторов, отличает именно взаимодействие. За исключением коммуникации (большей частью вербальной), иногда осуществляемой с помощью дисплея, взаимодействия, о которых говорят исследователи (см., например, [42]), носят крайне неясный характер. Специалисту по человеческим факторам необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Если такие взаимодействия включают в себя нечто, кроме коммуникации, то что именно? (Если им нельзя дать объективной характеристики, то и учитывать их не следует.)
2. Могут ли эти взаимодействия быть предметом обучения?
3. Предполагается, что коммуникация является существенным элементом взаимодействия; как в таком случае она отражает деятельность команды и каково влияние коммуникации на результаты работы системы?

Некоторые коммуникации очень важны, другие нерелевантны по отношению к выполнению задания системы. Первые можно охарактеризовать как часть операционного процесса системы, последние представляют собой «шум», хотя и могут иметь важное значение с точки зрения индивида (например, соотношения между работой и отдыхом). На практике, однако, провести четкую границу между теми и другими затруднительно, за исключением систем, характеризующихся наличием большого количества выполняемых процедур.

Сеть коммуникаций состоит из 1) рабочих мест отдельных операторов и 2) связей (непосредственных вербальных или с помощью оборудования) между операторами и подсистемами. Упрощенно сеть коммуникаций можно охарактеризовать установлением связей между разговаривающими друг с другом операторами. Однако такой подход таит в себе много сложных проблем. В формальном отношении эту сеть можно включить в проект как его составную часть или разрабатывать ее постепенно методом проб и ошибок в ходе ее практического применения (последний способ более характерен для недетерминированных систем). Из самого обширного отчета на тему об изучении коммуникаций [109] видно, что структура сети влияет на ее функционирование (по крайней мере в лабораторных ситуациях), но мы еще не знаем, как это происходит и какова величина наблюдаемого влияния.

Состав команды

Состав команды может варьироваться в зависимости от таких параметров, как 1) пол, возраст, национальность, способности, обученность, опыт и личностные особенности, 2) распределение признаков в команде, упомянутых в п. 1, и 3) стабильность состава команды.

Идеальной была бы такая команда, которая, состоя из операторов с предельно высокими способностями и обученных в соответствии с требованиями выполняемой ими работы, была бы более гомогенной, чем в реальной жизни. Поскольку, однако, члены команды почти всегда отличаются друг от друга (и иногда весьма заметно), возникает вопрос о том, каково влияние гетерогенности на деятельность команды Розенберг и др. [101] предложили термин «эффект состава» (the assembly effect) для *характеристики* изменений в деятельности, вызываемых вышеперечисленными параметрами.

Руководитель системы стоит также перед проблемой текущей кадров, так как, какой бы состав ни имела команда, следует ожидать, что один или несколько ее членов будут с течением времени заменены другими. Новые операторы работают не столь успешно, как опытные специалисты, более того, они могут отличаться релевантными характеристиками. Данная проблема особенно остра в военных системах, для которых персонал подбирается на строго определенный период, особенно в тех случаях, когда обучение члена команды определенным навыкам может осуществляться лишь в процессе его работы.

Заслуживает внимания исследователей также вопрос о том, в какой степени результат деятельности команды соотносится с работой отдельных операторов. Чем больше работа отдель-

ных операторов определяет суммарный результат команды, тем меньшее значение имеют определенные параметры «командных процессов» и целесообразность организации специального командного обучения.

Интересно также указать на связь между составом команды и типом задачи, выполняемой командой. Например, Стейнер [115] предлагает различать взаимосвязанные и самостоятельные задачи. Важность такого фактора, как состав команды, очевидно, меняется в зависимости от выполняемой задачи.

Деятельность команды

Представляется весьма важным вопрос о том, как охарактеризовать операции, выполняемые командой; если это сделать не удастся, эффективное обучение команды окажется трудным делом. Как отмечалось в начале настоящей главы, операции, выполняемые командой, в основном можно охарактеризовать категориями, относящимися к отдельным операторам (например, по входным сигналам, выполняемым функциям, по выходным параметрам). Однако они не специфичны для команды. Глазер и др. [37] считают, что для характеристики функционирования команды важны следующие переменные величины:

1. Последовательность или поток (тип и согласованность) проявлений деятельности отдельных членов команды во времени.

2. Последовательность коммуникаций между членами команды.

3. Длительность выполнения задачи.

4. Поведение, специфичное для команды. Глазер и др. [37] приводят 14 переменных величин, которые они обобщили и представили в сжатой форме в виде следующих показателей:

- а) сложность коммуникации, определяемая количеством и частотой возникновения связей между членами команды;

- б) централизация коммуникаций, определяемая тем, на каком иерархическом уровне централизации находятся определенные члены команды при получении и передаче сообщений;

- в) объем совместной деятельности, обусловленный выполнением разными членами команды одних и тех же операций в одно и то же время; вероятно, увеличение объема совместной деятельности приводит к необходимости повышения роли управления.

- г) дифференциация процесса, определяемая возможностью разбиения операций, выполняемых командой по различным классам активности (например, функционально);

- д) автономия команды, определяемая количеством входных сигналов, исходящих от самой команды;

е) внутрикомандная координация, определяемая необходимой для выполнения задач степенью кооперации между членами команды.

Этот перечень выглядит не вполне законченным; ему явно чего-то недостает — но чего именно? Удовлетворительная таксономия параметров команды еще не разработана. Возможно, члены команды сначала *реагируют* на входные сигналы как самостоятельные операторы, но потом *действуют* все вместе как единая команда.

Попытки экспериментального изучения деятельности команды, по словам Гланцера и Глазера [36], осуществлялись в двух направлениях. В исследованиях, подобных рассмотренным в примерах 1, 2, 133, 139, 142, 143, 148 и 144, в качестве модели использовался тот или иной тип военной или гражданской рабочей ситуации (например, контроль за воздушным транспортом, воздушный перехват). В других исследованиях (примеры 130, 131, 138, 140, а также работа [100] и в особенности [109], посвященная коммуникационным сетям) авторы стремились выделить критические элементы реальной ситуации, смоделировать их в аналоговой форме, применяя для проведения экспериментов теоретические формулировки (например, теорию подкрепления, теорию сетей).

Оба подхода имеют как преимущества, так и недостатки. Актуальная ситуация может содержать в себе неизвестные элементы, которые с трудом поддаются контролю со стороны экспериментатора. Смоделированная задача сводит ситуацию к ее фундаментальным основам, но в результате она может оказаться далекой от реальной жизни.

Ситуационные переменные

Ситуационные переменные — это те же самые переменные величины, которые влияют на поведение отдельных операторов (например, цель работы, критерии эффективности, объем и тип обучения, обратная связь). Системотехник, естественно, задается вопросом, одинаково ли влияют эти переменные на команду и отдельного оператора или по-разному. Если их влияние на команду носит специфические черты, то при обучении команды следует принимать эту специфику во внимание. Например, у отдельного оператора обратная связь касается его собственной работы. Поэтому обратная связь, характеризующая результат работы команды, не адекватна обратной связи отдельного оператора. Логично предположить, что для эффективной деятельности команды как таковой необходима и командная обратная связь. Поэтому персонал команды необходимо обучать командной обратной связи.

ЧИСЛЕННОСТЬ КОМАНДЫ

Представляется логичным предположить, что численность команды может оказывать большое влияние на ее функционирование. По крайней мере численность команды обычно коррелируется со сложностью поведения (например, из-за дополнительных взаимодействий между операторами). Исследователи интересуют главным образом два следующих вопроса:

1. Насколько более (или менее) эффективна деятельность группы (команды), чем деятельность отдельного оператора?
2. Увеличивается (или уменьшается) эффективность деятельности группы (команды) по мере роста ее численности?

Первый вопрос представляет небольшой интерес для специалистов по человеческим факторам, так как от характера системы и задачи зависит, будет ли системотехник иметь дело с отдельным оператором или с командой. Скорее, проблемой для системотехника является определение минимально необходимой численности команды. Поэтому в настоящем разделе игнорируется большая часть очень обширной (и запутывающей дело) литературы, в которой сравнивается деятельность отдельного оператора и команды.

Второй вопрос более важен для специалиста по человеческим факторам. Отмечалось, что в больших многооператорных системах, подобных военно-морским кораблям, и в системах с недетерминированными характеристиками численность команды можно увеличить или сократить путем сочетания или перераспределения функций в целях повышения эффективности и сокращения расходов. Особенно легко может изменяться численность руководящего персонала промышленных или военных многооператорных систем «человек — машина»; руководящий персонал в этом отношении подобен экспериментальным командам, создаваемым весьма ограниченной группой исследователей для изучения такой переменной величины, как численность команды.

По мере увеличения численности команды ее члены создают для отдельного оператора социальную среду. Потенциально это может привести к появлению нежелательных социальных факторов, снижающих эффективность работы системы. Например, возникают такие межличностные отношения среди отдельных членов команды, которые не вызваны требованиями системы. Межличностные отношения ведут к вербальной коммуникации, часть которой нерелевантна назначению команды. Эти социальные факторы могут оказывать то или иное воздействие на состояние оператора, но при отсутствии их релевантности общесистемной цели они могут препятствовать успешному выполнению последней.

Сравнение группы и отдельного оператора

На эту тему в течение многих лет было выполнено большое количество исследований (например, [29, 59, 77, 81, 117]). В критическом обзоре этих исследований [119] отмечается, что большинство из них содержат методологические ошибки.

Выводы. Доказательство того, что группа превосходит индивид в решении проблем (о чем написано много работ), крайне противоречиво (см. обзоры [4, 82]). На эту тему написано много теоретических работ (характерным примером является работа [24]), но собрано мало фактических данных.

1. С одной стороны, группы решают проблемы быстрее и точнее, чем индивид. Но если эффективность деятельности группы рассчитать исходя из отношения затрат человеческих ресурсов в единицу времени, преимущество групп окажется менее очевидным; как пишут Дэвис и Рестл [26], «результаты любых экспериментов по сравнению групп и индивидов зависят от характера решаемых проблем и от социальной организации группы». Превосходство команды над индивидом зависит от типа задачи и от используемых критериев. Например, эффективность деятельности выше в больших группах, а скорость выполнения задачи — в малых.

2. Превосходство групповой деятельности в первую очередь сказывается в малых группах. Деятельность более многочисленных команд не существенно превосходит деятельность команды, состоящей из двух операторов. Джибб [34] пришел к выводу, что увеличение численности группы влияет негативно на количество решаемых проблем.

Примеры исследований

Кинкейд и Кидд [69] сопоставили деятельность отдельных операторов и групп из двух человек в сложной игре по принятию решений, связанной с радиолокационным контролем за воздушным транспортом. Они обнаружили, что команда действует успешнее отдельных операторов, но это превосходство не пропорционально различию в численности. Вероятно, такой результат связан с тем, что персонал команды тратил часть времени и сил не на выполнение прямой задачи, а на координацию деятельности. Эффективность деятельности отдельного оператора оказалась значительно выше, чем оператора, работающего в команде. Команды, в которых разрешалось общение между операторами, работали несколько лучше, чем команды, в которых была запрещена внутренняя коммуникация.

Стейнер [115] считает, что степень влияния численности команды обусловлена типом выполняемой задачи и, еще больше, способом интеграции способностей отдельных членов команды для решения задачи. Франк и Андерсон [32] поддерживают гипотезу Стейнера, согласно которой увеличение численности группы приводит к возрастанию количества самостоятельных и уменьшению количества взаимосвязанных проблем, решаемых в группе. Однако выполненные оценки не подтверждают этого вывода.

Много неясностей возникает из-за того, что разные критерии оценки дают отличающиеся друг от друга результаты.

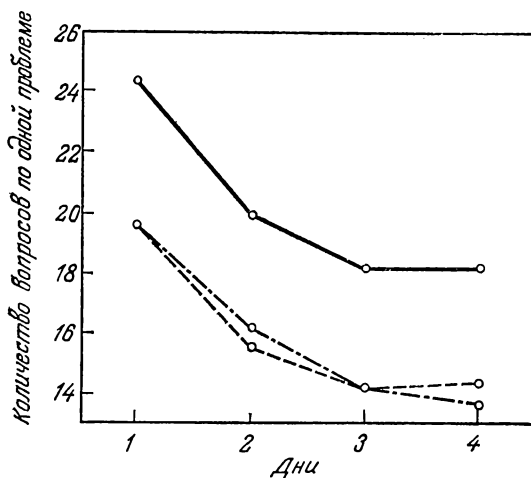


Рис. 5.1. Количество вопросов, касающихся одной проблемы, в зависимости от продолжительности практики (в днях) и численности группы (печатается с разрешения из работы Тейлора и Фауста, *J. Exp. Psychol.*, 1952, пример 115).

○—○ самостоятельные операторы; ○—○ группы из двух человек; ○—·—○ группы из четырех человек.

Этот факт проиллюстрирован графически в примере 115.

Пример 115. В качестве задачи была выбрана классическая игра в «20 вопросов», в ходе которой игрок задает серию вопросов для того, чтобы идентифицировать объект. Во время эксперимента проводилось сравнение работы отдельных индивидов и групп, составленных из двух или четырех операторов. Кривые, характеризующие обучение групп и индивидов, оказались одинаковыми; но в каждом случае группы действовали значительно эффективнее (рис. 5.1), хотя в работе групп, составленных из двух и четырех операторов, не обнаружилось значительных отличий, если не считать ошибок, допущенных той и другой группой. Эффективность деятельности групп,

оцениваемая временем решения той или иной задачи, превосходила эффективность деятельности отдельных операторов. Однако если оценивать эффективность деятельности в человеко-минутах, затраченных на решение проблемы (показатель эффективности трудозатрат, принимающий в расчет количество задействованных членов команды), то результаты меняются радикально: при таком критерии трудозатраты в человеко-минутах составляют для отдельных операторов 5,06, для групп из двух человек — 7,4, для групп из четырех человек — 12,6.

Превосходство деятельности группы над деятельностью отдельных операторов, возможно, является результатом работы наиболее способного члена группы; в таком случае с увеличением численности группы увеличивается и возможность включения в группу более компетентного оператора. Это обстоятельство было основой для составления уравнений, прогнозирующих влияние численности группы на эффективность ее деятельности. Например, Лордж и Соломон [75] полагают, что вероятность того, что в группе окажется по крайней мере один оператор, отвечающий требованиям проблемы, равна $1 - (1 - p)^n$, где p является P_s индивида, а n — количеством операторов в группе. Дэвич и Рестл [26] критиковали вышеприведенную формулу Лорджа — Соломона и предложили более сложные модели (см. также [25]).

Тейлор и др. [118] разработали метод сравнения эффективностей работы отдельных операторов и «номинальных» групп, формируемых статически на основе произвольного суммирования эффективностей работы отдельных операторов. Такая методология обнаруживает тенденцию отрицать превосходство групп над отдельными операторами. Осборн [90] обнаружил, что номинальные группы (т. е. условные группы, составленные из самостоятельно работающих операторов) явно превосходят по эффективности равные им по численности группы, составленные из реально взаимодействующих операторов. Аналогичные результаты были обнаружены Киддом [65], Дюннеттом и др. [27], Мидоу и др. [83], Кэмпбеллом [18]. Роттер и Португал [102] также обнаружили, что индивидуальная умственная деятельность выше групповой или комбинированной деятельности групп и индивидов. В самом деле, при определенных условиях группа может тормозить усилия лучших ее индивидов. С другой стороны, в исследованиях Холла и др. [43], Шонера и др. [105] предпочтение отдается групповым решениям.

Пример 116. Группы из пяти, семи и девяти человек, совместно обдумывающих те или иные проблемы, сравнивались с номинальными группами, составленными из индивидов, решавших проблемы самостоятельно. Оказалось, что реальные группы превосходят индивидов, но номинальные группы дей-

ствуют эффективнее реальных. Когда численность реальных групп увеличивалась с пяти до девяти человек, в эффективности их труда не наблюдалось значительного улучшения. Причиной этого может быть неэффективное использование времени в ситуации групповой работы (как предполагают Фокс и Лордж [31], см. пример 110).

В примере 2 дополнительное включение в уже существующую команду, занятую контролем за воздушным сообщением одного или двух операторов, не приводило к значительному повышению эффективности работы.

Выводы. Влияние численности команды сказывается не только в выполнении когнитивных (направленных на решение проблем), но и перцептивных задач. При выполнении задач, связанных с контролем, включение в группу одного дополнительного наблюдателя улучшает эффективность обнаружения в том случае, если наблюдатели ведут наблюдение независимо друг от друга.

Примеры исследований

Сравнение деятельности группы и отдельного оператора должно дать ответ и на вполне практический вопрос о том, улучшит ли выполнение задачи по контролю увеличение персонала группы. Два оператора, занятые наблюдением, вместе должны пропустить меньше сигналов, чем один. Этот вывод логически вытекает из ситуации, в которой каждый наблюдатель работает независимо друг от друга.

Пример 117. В данном эксперименте небольшое световое пятно перемещалось в горизонтальном направлении по 6-дюймовому экрану дисплея в продолжении 3 с. Критическим сигналом считалось внезапное перемещение пятна приблизительно на 4 см выше центральной оси экрана.

8 испытуемых работали в одиночку в течение 30 мин, а 16 других работали попарно. Доля сигналов, обнаруженных при работе в паре (0,906), значительно превосходила долю сигналов, обнаруженных самостоятельно работающими операторами (0,735), но вероятность обнаружения сигнала *отдельным* оператором в тех и других условиях примерно одинакова (0,693 и 0,735 для двухоператорных и однооператорных систем соответственно). Это приводит нас к выводу о том, что заданные условия не оказывают влияния (ни хорошего, ни плохого) на *индивидуальную* деятельность двух наблюдателей. Бергум и Лер [10] пришли в основном к тем же результатам.

Общее количество необнаруженных сигналов составляло в 117 примере 3,175 (около 27%) при индивидуальной работе и 1,125 (около 9%) при работе по парам.

Шафер [104] нашел, что совместное выполнение задачи двумя наблюдателями давало на 11—20% больше обнаружений, чем у каждого из операторов при индивидуальной работе, а совместная работа трех наблюдателей давала на 6—15% больше обнаружений, чем работа двух операторов.

Совсем недавно Уоог и Халкомб [122] нашли, что при выполнении работы, связанной с исследованием бдительности, увеличение численности команды облегчает обнаружение. Вероятность обнаружения увеличивается по мере роста численности команды независимо от ее первоначальной численности. Повышение эффективности обнаружения было почти линейным независимо от того, начинались ли эксперименты с команды, состоящей из одного, двух, трех или четырех человек. Организация команды оказалась важнейшим фактором. «Максимальная эффективность в обнаружении сигналов наблюдалась в тех случаях, когда лишь один член команды должен был отвечать правильно. Если на сигнал должны были отвечать несколько человек команды (последовательное правило), эффективность обнаружения снижалась...»

Пример 118. Системотехник должен решать вопросы не только о том, сколько операторов следует включить в систему, выполняющую задачу по контролю, но и о том, должны ли эти операторы работать каждый самостоятельно, параллельно или совместно как одна команда. Были образованы четыре группы: команды из одного, двух и трех человек и еще одна команда из трех человек, выполнявших наблюдение изолированно, но реакции которых складывались по принципу действия коммутатора в параллельной цепи. Задача контроля заключалась в обнаружении за период в 48 мин ненормально большого отклонения стрелки вольтметра (обычно отклоняющейся с частотой 50 раз в минуту); в ходе эксперимента предъявлялось 32 сигнала.

На рис. 5.2 показано, что когда численность команды увеличивается с одного человека до двух, наблюдается значительное увеличение вероятности обнаружения; однако увеличение численности команды с двух до трех человек не ведет к статистически заметным результатам.

Суммарные результаты работы трех изолированных друг от друга наблюдателей (четвертая группа) превосходят результаты совместно работающих наблюдателей (третья группа), что доказывает преимущество индивидуально выполняемого контроля перед деятельностью команды. Здесь, как и в других многооператорных ситуациях, обсуждаемых в данной книге, взаимодействия внутри команды приводят к снижению эффективности труда отдельных операторов.

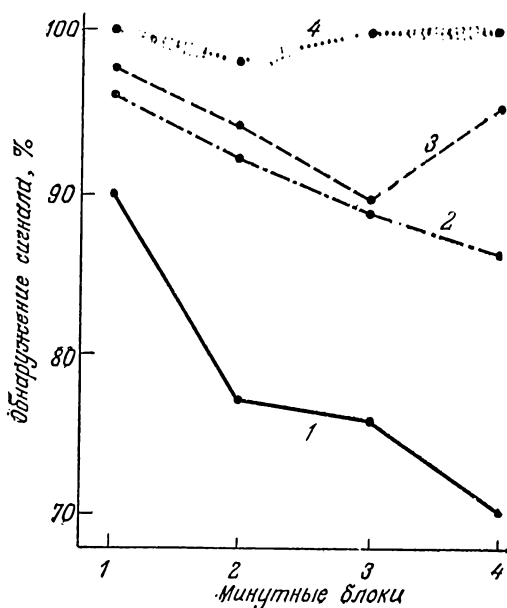


Рис. 5.2. Доля обнаруженных сигналов в процентах в зависимости от численности команды (печатается с разрешения из работы Винера, *Hum. Factors*, 1964, пример 118).

Выводы. Как и команды вообще, команды, выполняющие задачи контроля, применяют различные стратегии для комбинирования результатов труда отдельных операторов, но эти стратегии далеко не всегда оказываются оптимальными. Модели деятельности команды часто предсказывают результаты, лучшие тех, которые удается получить на практике.

Примеры исследований

Когда исследовались реальные группы, в деятельности которых пытались найти соответствие деятельности смоделированных групп обнаружения, оказалось, что расхождения в стратегиях являются производными от такого переменного фактора, как задача. Хорнст и Дэвис [55] использовали задачи визуального обнаружения цели, предлагаемые отдельным операторам и командам из двух человек. При выполнении двух задач результаты деятельности групп оказались выше, чем индивидуальные результаты лучшего члена команды, когда члены команды придерживались независимого поиска. Однако при решении более трудной задачи исследователи отмечали у испытуемых стремление использовать стратегии распределения

обязанностей. Применение последних повышало эффективность работы (по сравнению с независимым поиском), но не настолько заметно, как это прогнозировалось при разработке модели успешного применения стратегии распределения.

Другие исследователи использовали модели, в соответствии с которыми результаты действий индивидов, связанных с выполнением задачи, комбинировались произвольным образом для прогнозирования (псевдогрупповых) результатов; последние затем сравнивались с реальной эффективностью деятельности группы, выполняющей данную задачу. В примере 118 эффективность групповой деятельности (измеряемая на основании вероятности обнаружения или с использованием индекса обнаруживаемости) оказалась выше эффективности индивидуальной работы, но ниже прогнозируемых значений, вычисленных в соответствии с моделью независимого контроля. Климент [19] подтвердил эти результаты. Однако ни модель интеграции информации, ни модель поиска граничных решений не отображали деятельности групп адекватно. Реальным группам были свойственны как черты зависимости, так и черты независимости. Аналогичные выводы были сделаны и из анализа задач звукового контроля [104].

Пример 119. Каждый стимул представлял собой прямоугольное поле, содержащее 16 кружков с черными контурами, расположенных в виде матрицы размерностью 4×4 . 15 кружков содержали черные контуры равнобедренных треугольников (основанием вниз), 16-й кружок (цель) содержал такой же треугольник (основанием вверх). Групповое выполнение задачи оказалось более эффективным, чем индивидуальное, независимо от места расположения цели; применяемая стратегия при этом обладала чертами независимости и зависимости; кроме того, при сборе индивидуальной информации использовались правила логики. Ни одна модель группового функционирования не оказалась адекватной. Отдельные стратегии, которые применялись в ходе этого эксперимента, влияли как на общую, так и на индивидуальную чувствительность групп к местоположению цели.

Пример 120. Ситуация, обусловленная тем, что все члены команды одновременно заняты поиском цели, дает возможность использовать альтернативные стратегии поиска. Эффективная стратегия для команды из двух операторов могла состоять в равномерном распределении зоны поиска. Альтернативным решением будет такая ситуация, в соответствии с которой каждый член команды самостоятельно ведет поиск по всей зоне.

В данном исследовании использовались три задачи. Для задачи 1 стимульный материал состоял из аэрофотоснимков

и контрольной сигнальной карточки с изображением искомой цели. Для задачи 2 и 3 стимульным материалом являлась матрица размерностью 15×15 , состоящая из элементов I и T . В задаче 2 цель представляет собой единственный элемент I , а в задаче 3 — матрица размерностью 2×2 из элементов I .

Характеристики задач снова оказались самым важным фактором. При выполнении задачи 1 команда действовала не намного быстрее, чем отдельные операторы, но при выполнении задач 2 и 3 команда действовала значительно успешнее. Как и в ходе других экспериментов, командам не удалось выбрать оптимальную стратегию поиска.

Влияние численности группы на поведение ее членов

Группы, о которых идет здесь речь, представляют собой скорее большие группы людей, работающих, например, в госпиталах и на предприятиях («синие воротнички»), чем небольшие команды, типичные для военных систем. Следовательно, все, что будет сказано ниже, скорее относится к так называемой расширенной команде, чем к команде непосредственного общения операторов. Данные, касающиеся ситуации на предприятии, могут послужить лишь отправной точкой для анализа факторов, составляющих среду команды непосредственного общения, но с учетом численности и эффективности деятельности команды эти данные могут быть приняты во внимание, поскольку они представляют собой единственный доступный материал. Из-за большой численности персонала обследованных организаций приводимые здесь данные получены в результате корреляции численности с результирующей эффективностью, оценками удовлетворенности членов групп и т. д.

Выводы. Численность организации связана отрицательной или нелинейной зависимостью с результатами работы, «трудовой моралью» и качеством труда; она положительно связана с количеством невыходов на работу, однако полученные данные не дают оснований для выводов о влиянии численности организации на текучесть кадров.

Примеры исследований

Ингхэм [62] в ходе исследования, проведенного в восьми британских фирмах, обнаружил, что численность организации сильно влияет на количество невыходов на работу, но едва ли оказывает хоть какое-либо влияние на текучесть кадров. Этот

вывод подтверждается рядом ранее выполненных исследований.

Из четырех исследований, касающихся взаимосвязи численности организации и текучести кадров (среди «синих воротничков»), три исследования показали, что текучесть кадров выше в больших организациях, чем в малых [61, 64, 80]. Авторы четвертого исследования [5] такой связи не обнаружили.

Десять из 12 исследований, посвященных влиянию численности организации на невыходы на работу, подтвердили прямую линейную связь между ростом количества невыходов на работу и увеличением численности [1, 7, 48, 61, 64, 85, 95]. Однако эти выводы были получены лишь на материале исследования «синих воротничков»; в единственном исследовании, посвященном сразу «синим» и «белым» воротничкам [85], не было обнаружено никакой связи между численностью организации и невыходами на работу в среде «белых воротничков». По данным Арджила и др. [5] между численностью организации и невыходами на работу имеется нелинейная зависимость.

Очень показательны данные, полученные в ходе исследования [1], согласно которым корреляция между численностью персонала предприятия и количеством невыходов на работу составляет 0,447. Реванс [95] отметил, что на пяти произвольно выбранных газовых заводах с численностью персонала от 67 до 3430 сотрудников величина корреляции между средним количеством невыходов на работу, вызванных несчастными случаями, и численностью организации составляет +0,91. Он также обнаружил, что численность персонала предприятия коррелирует с общим количеством всех невыходов на работу, вызванных болезнями, травмами и другими причинами, на уровне показателя корреляции, равного 0,62. Данные по Великобритании (цитируемые Ревансом [95]) показывают, что численность персонала госпиталей обычного типа соотносится с количеством несчастных случаев, происходящих в госпиталях. Из двух других британских исследований (цитируемых Индиком [60]) видно, что связь между численностью предприятия и количеством невыходов на работу носит логарифмический характер. Количество невыходов на работу характеризует в определенной степени расходы на зарплату персонала. Поэтому увеличение численности персонала приводит к значительному увеличению расходов.

Реванс [95] обнаруживает нелинейную зависимость между численностью организации и объемом ее продукции. Он показал, что добыча угля в расчете на один человеко-год достигает максимума при средней численности предприятий 1500—2000 человек, а потом проявляет тенденцию к снижению. Он отметил также, что в организациях, занимающихся розничной

торговлей, выручка в расчете на отдельного продавца достигает максимума при средних значениях численности персонала, а в более крупных организациях начинает снижаться.

В том же духе Портер и Лоулер [92] сделали обзор доступной им литературы, связанной с численностью организации и производительностью труда, и не обнаружили ни негативной, ни нелинейной связи между этими переменными величинами. Однако они подчеркнули, что «влияние структурных переменных яснее проявляется на установках, чем на поведенческих переменных»; вообще в исследованиях, выполненных специалистами по теории организации, не удалось достаточно тесно связать переменные системы с ее эффективностью.

Пример 121. Обнаруженные Ревансом тенденции снижения эффективности проиллюстрированы графически в исследовании, посвященном анализу работы двух британских автомобильных заводов. Рабочие сборочного цеха получили зарплату на основе общего заработка их групп; сумма зарплаты каждого рабочего определялась исходя из его тарифной ставки и количества проработанных часов. Эти заработки были прямо пропорциональны производительности труда, и поэтому их можно считать мерилем эффективности.

Из табл. 5.1 видно, что, за исключением больших групп (50 человек и более), эффективность работы снижается по мере

Таблица 5.1

Эффективность работы как функция численности группы¹⁾

Предприятие А				Предприятие Б		
Численность группы				Численность группы		
Количество рабочих	Средний показатель численности	Количество групп	Эффективность работы (в среднем за 15 мес)	Количество рабочих	Средний показатель	Средний заработок
Менее 10	6,5	20	133,8	Менее 10	4,0	36,4
10—19	14,7	41	132,2	10—19	15,8	35,4
20—29	24,3	35	129,5	20—29	23,8	33,5
30—39	33,6	24	128,8	30—39	34,6	31,2
40—49	43,5	13	126,1	40—49	45,6	31,0
50 и более	88,9	20	127,1	50 и более	69,2	31,7
Все группы	30,9	153	130,0	Все группы	13,0	35,5

¹⁾Из примера 121.

увеличения численности группы. Корреляция между эффективностью и численностью группы в течение пяти производствен-

ных периодов невысока и носит неизменно негативный характер (от $-0,203$ до $-0,491$).

На предприятии Б (см. табл. 5.1) несколько рабочих работали и оплачивались индивидуально. Их заработки были выше (41,0), чем в самых маленьких группах.

Руководителей предприятия и мастеров просили высказать свое мнение о численности групп. Главная причина, обусловившая предпочтение малым группам (от 20 до 40 человек), состояла в том, что в таких группах рабочие имеют возможность видеть друг друга за работой; при этом обеспечивается возможность более концентрированного и эффективного труда, простого управления со стороны контролеров, а также лучшие взаимоотношения в группах.

Характер выполняемой задачи может быть критическим фактором для определения численности команды. В результате исследования, выполненного с применением теории подкрепления Клауса — Глазера, Шоут и др. [110] обнаружили, что количество операторов в команде, в которую включается еще один член, сильно влияет на производительность труда каждого оператора. Даже когда все члены команды работали с такой же производительностью труда, как и новый оператор, его режим подкрепления менялся из-за увеличения количества взаимодействующих с ним членов команды; чем больше команда, тем ниже индивидуальная производительность труда. Однако эти выводы, вероятно, применимы в первую очередь к задачам, предполагающим последовательные связи между членами команды.

СОСТАВ КОМАНДЫ

Нет необходимости доказывать, что эффективность деятельности команды зависит от способностей отдельных ее членов — это очевидный факт. Существуют, однако, и вопросы, требующие более глубокого исследования.

1. Насколько однородной должна быть команда? Определяет ли изменчивость поведения члена команды характер и изменчивость эффективности работы системы?

2. Каково влияние текучести кадров, и меняется ли это влияние в зависимости от требований, предъявляемых к навыкам операторов, или типа задачи?

3. Одинаков ли вклад членов команды в суммарный результат работы системы или этот вклад различен и чем это объясняется?

4. Насколько точно мы можем прогнозировать результаты деятельности команды и системы, используя значения эффективности работы отдельных членов команды?

Каждый из этих вопросов должен быть исследован в связи с характером выполняемой задачи. Например, в высокоструктурированной системе влияние текучести кадров может быть минимальным, а в недетерминированной системе оно весьма существенно.

Целесообразно различать состав команды и организацию команды — понятия, которые можно легко перепутать. Факторами состава являются свойства члена команды, остающиеся неизменными при его переходе из одной команды в другую. Факторы организации касаются способа использования индивидов в данной команде.

Однако влияние состава команды на эффективность системы может зависеть от выбранного типа организации команды. Если задачи системы предполагают высокую степень зависимости, переменные величины состава могут оказаться гораздо более важным фактором, чем при сравнительно слабой взаимозависимости задач.

В данном разделе обсуждаются следующие проблемы:

- 1) влияние характеристик членов команды,
- 2) изменения в составе команды,
- 3) предсказуемость эффективности деятельности команды на основе индивидуальной эффективности деятельности ее членов.

Влияние характеристик членов команды

Для того чтобы выяснить, влияет ли изменчивость оператора на эффективность работы команды, проанализируем деятельность команд, составленных из операторов со следующими навыками:

Команды	1	2	3
Состав	$A_1B_2C_3$	$A_1B_3C_2$	$A_2B_3C_1$

где A , B , C являются характеристиками, необходимыми для выполнения задачи, а цифры 1, 2 и 3 определяют средний уровень способностей членов команд, связанных с этими характеристиками. Будет ли эффективность деятельности представленных в таблице команд одинаковой?

Выводы. Хотя результаты исследований затронутой выше проблемы оказались далеко не однозначными, а полученные данные подчеркивают значение личностных переменных и субъек-

тивных параметров, тем не менее состав группы частично определяет «поведение» ее членов (которое, однако, далеко не то же самое, что и эффективность функционирования системы). Кроме того, многое зависит от типа выполняемой задачи и измеряемых характеристик команды.

Примеры исследований

Из обзора литературы, относящейся к обсуждаемой проблеме [46], видно, что состав команды сильно влияет на поведение ее членов. Автор сообщает следующее. Стаффорд и др. [114] изучили влияние состава на эффективность деятельности, предлагая студентам на лабораторных занятиях объединяться парно в команды на основе взаимного согласия. Эффективность деятельности этих студентов оказалась значительно выше, чем у студентов, при группировке которых отвергался индивидуальный выбор партнеров. Ван Зелст [125] пришел к выводу, что перегруппировка рабочих в строительные группы (плотники и каменщики), подобранные на основе личных предпочтений, приводит к сокращению расхода материала и трудовых затрат, а также к уменьшению текучести. В результате таких перегруппировок у рабочих значительно увеличивалась удовлетворенность своим трудом. Хаврон и др. [44] обнаружили, что стрелковые команды действовали лучше, когда члены команд были подобраны так, чтобы их запросы, личные данные, продолжительность службы в армии и боевой опыт были примерно одинаковыми. Адамс [3] пришел к выводу, что эффективность деятельности экипажа бомбардировщика находится в нелинейной зависимости от степени сходства членов команды между собой по различным параметрам. Более успешно действовали команды со средним уровнем согласованности.

Напротив, в результате исследований гомогенных и гетерогенных групп, занятых решением проблем [50—54], неизменно оказывалось, что гетерогенные группы давали более высокий процент высококачественных решений, чем гомогенные группы.

Аналогичные результаты (т. е. более высокая эффективность групп, гетерогенных по установкам их членов) приводят также Триандис и др. [120], но в их исследовании эта закономерность обнаруживается особенно отчетливо для групп, гомогенных по способностям своих членов. Значение такого фактора, как гетерогенность, зависит от использования конкретных операционных определений, т. е. от того, идет ли речь об одних и тех же или о разных факторах, от характера задачи и от того, какие зависимые переменные величины измеряются.

В этом отношении важное значение могут иметь факторы задачи. В группах, принимающих решения по проблемам,

гетерогенность представляется желательной, так как недетерминированность задачи может потребовать различных способностей от членов группы (см. пример 115). При выполнении некогнитивных задач, требующих координации, гомогенность повышает координацию; при этом средний уровень способностей должен быть, конечно, относительно высоким.

Например, Тукман [121] составил группы по три человека в каждой; члены группы обладали разными уровнями способностей к абстрактному и конкретному мышлению и отличались друг от друга по степени гомогенности и гетерогенности. Предлагались задачи двух типов: одна — конкретная структурированная, а другая — абстрактная и неструктурированная. Эффективность деятельности изменялась как функция, зависящая от двух взаимодействующих факторов: состава группы и задачи.

Какие сочетания индивидов, обладающих разными навыками и способностями, приводят к формированию наиболее эффективных групп, а также при каких обстоятельствах и по каким критериям? Исследования по данной теме сравнительно мало отражены в литературе. Отчасти это и понятно, поскольку ответ на поставленный выше вопрос в значительной степени зависит от конкретной ситуации.

В исследованиях, посвященных соотношению эффективности деятельности индивидов и групп, связанных с решением проблем, часто отмечалось, что обычное превосходство групп над индивидами объясняется тем, что отдельные члены группы часто исправляют ошибки своих партнеров (например, [88, 106]). На основании этого можно предполагать, что члены группы могут компенсировать недостатки друг друга.

Подобную гипотезу выдвигают Хоффман и Майер [52], которые добивались высококачественного и в высшей степени приемлемого решения проблем от групп, члены которых принципиально по-разному рассматривали проблему, причем эти расхождения сказывались на завершающем этапе решения.

Пельц [91] пришел к выводу, что частые контакты с другими научными работниками позитивно влияют на эффективность индивидуальной деятельности лишь в том случае, когда они осуществляются с научными работниками, отличающимися друг от друга мотивацией и опытом. Аналогичные феномены в более контролируемых условиях наблюдали Хоффман [51] и Хоффман и Майер [52].

Пример 122. Исследовались группы, различающиеся по когнитивным характеристикам, по уровню образования и количеству членов команды. Влияние состава команды на эффективность ее деятельности измерялось на основе финансовых прибылей и убытков. Ни численность команды, ни уровень образования (первокурсники, второкурсники и т. д.) не оказались

существенными факторами для размеров прибылей или убытков. Однако показатель когнитивной сложности сильно отличался у команд с разным количеством участников, обладающих способностями к «абстрактному» мышлению. Можно предположить, что влияние такой переменной величины, как состав, становится заметнее с увеличением продолжительности «игры».

Пример 123. Розенберг и др. [101] ввели концепцию «эффекта подбора» при выполнении задачи малыми группами. В данном примере предпринимается попытка распространить эту концепцию, основанную на выполнении моторной задачи, и на решение когнитивных проблем. Испытуемые должны были установить связь между органами управления и соответствующими дисплеями и отметить границы и направление движения световых сигналов при нажатии кнопки.

По результатам первоначального испытания испытуемые были распределены по трем уровням опытности: первый уровень (лучшие операторы, допускающие минимальное количество ошибок), второй уровень (операторы средней квалификации) и третий уровень (самые слабые операторы). Потом испытуемые были введены в состав трех разных групп, с которыми проводилось по 3 сеанса; каждая группа включала в себя по оператору первого, второго и третьего уровней. Большой частью различия объяснялись особенностями индивидов, составляющих группы. Эффект подбора не был достигнут. Следует отметить, что при составлении групп предпринимались усилия выравнивать их по способностям, и это могло свести на нет ожидаемый эффект.

Анализу была подвергнута также проблема влияния полового состава группы на ее эффективность. Мужчины при решении проблем неизменно превосходили женщин, когда их способности контролировались [12, 116]; возможно, это было вызвано половой обусловленностью установки на решение проблемы.

Пример 124. В исследовании проблем, требующих для своего решения сильного умственного напряжения, участвовали 32 группы по четыре человека одного и того же пола в каждой и 33 группы смешанного состава. Проблемы были успешно решены 53,1% мужчин и 25,8% женщин. После дискуссии по проблемам в одних и тех же условиях большее количество правильных решений принималось мужчинами; отказавшись от неправильных решений, к правильным пришло опять-таки больше мужчин, чем женщин. Однако существенных различий между процентным отношением мужчин и женщин в смешанных группах, решивших проблемы после дискуссии, не наблюдалось. Иными словами, в то время как мужчины извлекали из групповой дискуссии одинаково хорошие результаты как

в смешанных, так и мужских группах, женщины извлекали из дискуссий в смешанных группах полезной информации больше, чем в женских. Предлагается гипотеза, согласно которой в смешанных группах у женщин сильнее мотивация решения проблем, чем в группах, составленных из одних женщин.

При анализе другой задачи Климент и Ширек [20] изучили влияние пола на эффективность обнаружения сигнала. Группы при этом состояли из четырех человек. Между мужскими и женскими группами не оказалось существенных различий, но смешанные группы действовали хуже. Такие результаты контрастируют с предыдущими выводами относительно гетерогенных групп по решению проблем и подтверждают важность такой переменной величины, как задача, при анализе различий в эффективности деятельности.

Изменения в составе команды

То, что состав команды подвержен изменениям, очевидно, но насколько важны эти изменения? Практика показывает, что текучесть кадров может быть критической проблемой. Это явление определяет ряд переменных факторов.

Существует сравнительно мало экспериментальных данных о поведенческих факторах текучести [49], хотя Лефковитц [74] объяснял текучесть неспособностью выполнять работу — ситуацией, которую, как он полагает, можно исправить путем интенсификации производственного обучения. Портер и Стирс (94) в своем обзоре литературы обнаружили (предсказуемую) тесную связь между неудовлетворенностью сотрудников (например, оплатой, продвижением по службе, неадекватным стилем контроля, недостаточным признанием своей работы) и текучестью кадров. Как было указано выше, численность организации очень мало соотносится с текучестью.

Характер влияния текучести изменяется в зависимости от того, является ли человек, которого заменяют, членом команды (и от выполняемой им роли в данной команде). Если он не является членом команды, то его замена в основном имеет экономический характер (например, расходы на обучение) и почти не влияет на эффективность выполнения задачи. Интерес к этой проблеме со стороны промышленности носит в основном экономический характер.

Выводы. Если текучесть кадров умеренна и не касается персонала, с которым связано выполнение основных этапов работы, ее влияние на эффективность деятельности команды незначительно. Например, Кидд и Кинкейд [69] обнаружили, что в ситуации управления движением воздушного транспорта замена

операторов ведет к уменьшению эффективности системы, однако это уменьшение незначительно, и участие нового оператора в деятельности команды до замены снижает величину потерн эффективности, вызываемой заменой.

Примеры исследований

Пример 125. Двадцать восемь групп по четыре человека в каждой выполняли задачу по печатанию на машинке. Два человека могли общаться друг с другом в любое время, причем в ходе эксперимента лишь один член команды мог общаться с тремя другими и только один член команды в самом начале эксперимента знал, что ему предстоит печатать. В ходе эксперимента подменялось разное количество членов команды.

Эффективность деятельности команд значительно снижалась, если 1) количество заменяемых членов было очень велико в сравнении с текучестью кадров команды в прошлом, 2) проводилась смена руководства (замена на контрольном или другом важном посту) и 3) интеллект преемника был ниже интеллекта его предшественника. Эффективность деятельности команд не снижалась, если 1) количество заменяемых членов команды было значительно в абсолютном смысле, но невелико относительно общей численности команды, 2) замены касались членов команды, занимающих невысокое служебное положение, или 3) эффективность деятельности не была связана с интеллектом членов команды, за исключением интеллекта оператора, приходящего на замену одного из членов команды.

Относительно большое снижение интеллектуального уровня руководства в результате его замены сопровождалось значительным снижением эффективности деятельности группы. Средний уровень интеллекта незаменяемых членов команды не влиял на эффективность деятельности, которая снижалась более резко при значительных заменах и в том случае, когда происходила смена руководства ($p = 0,05$, табл. 5.2).

Пример 126. Влияние изменений в составе экипажей бомбардировщиков измерялось на основе показателей квалификации, количества невыполненных заданий и ошибок во времени прибытия на контрольные пункты. Экипажи со средними количеством замен в своем составе успешнее выполняли боевые задания, чем экипажи с большими или незначительными количествами замен. В командах, которые длительное время выполняют операции в одном и том же составе и члены которых могут надоесть друг другу, умеренная текучесть кадров может стимулировать деятельность остающихся членов команды. Однако сильная текучесть может нарушить гибкое выполнение командой операционных процессов.

Таблица 5.2

Эффективность деятельности экипажей в зависимости от разных типов замены их членов¹⁾

Эффективность	Текучесть		Смена руководства	
	сильная	слабая	сильная	слабая
Выше предсказанной	9	3	2	9
Ниже предсказанной	13	5	7	5

¹⁾Из примера 125.

В примере 71 (гл. 3) также можно найти информацию о влиянии замен на эффективность деятельности команд при имитации выполнения задачи, связанной с радиолокационным воздушным перехватом. Составлялись команды из трех человек: два оператора на радиолокационных установках и один координатор-контролер. Замена на радиолокационной установке происходила при завершении учебного сеанса. Опыт нового члена команды в выполнении задачи был на один день больше или меньше опыта заменяемого оператора. Команды, в состав которых включались лучше обученные операторы, действовали сразу же (на 48%) эффективнее; команды, в которые включались операторы с меньшими навыками, действовали хуже, но ухудшение было незначительным (2%), и вскоре они начинали действовать на прежнем уровне.

Вывод о таком относительно слабом влиянии замены занимает промежуточное положение между выводами Глазера и др. [38], Эгермана и др. [28], обнаружившими сильное влияние этого фактора, с одной стороны, и выводом Хоррокса и др. [56, 57], которые не заметили никакого влияния замен на эффективность выполнения задачи по декодированию (см. ниже), — с другой. Расхождения в выводах могут объясняться тем, что в экспериментах использовались различные задачи.

Пример 127. Хоррокс и др. [57] в эксперименте с выполнением задачи по декодированию использовали команды из трех человек (в гл. 3 приводится описание этой задачи). Два декодировщика и один интегратор, в обязанности которого входило синтезирование результатов труда декодировщиков, обучались в течение трех дней. На четвертый день один или два члена команды заменялись новыми операторами либо такой замены не происходило, и работа по декодированию продолжалась еще в течение двух дней. При оценке эффективности деятельности

команд по времени, которое требовалось на полное декодирование сообщений, обнаружилось, что в командах, где заменялся один оператор, эффективность слегка снижалась; но в командах, где замене подвергались два оператора, наблюдалось более значительное снижение. Однако различия в эффективности деятельности ни в том, ни в другом случае не были статистически достоверными.

Прогнозирование эффективности деятельности команды на основании эффективности деятельности ее членов

Как предполагается в примере 123, поскольку деятельность команды в значительной степени обуславливается подготовленностью отдельных операторов, ее можно было бы прогнозировать на основании индивидуальной деятельности при условии, что деятельности команды не присущи уникальные характеристики (не свойственные индивидуальной деятельности).

Выводы. Изменения в эффективности деятельности команды в определенной степени определяются изменениями эффективности деятельности ее членов, особенно руководителя, но по крайней мере 50% этих изменений нельзя объяснить за счет вклада отдельных членов команды. Имеется не очень убедительное доказательство того, что интеллект и личностные характеристики влияют на выполнение группового задания.

Примеры исследований

Хакман и Моррис [42], цитируя ряд исследований, подчеркивают, что, когда задача команды требует от ее членов особых навыков и знаний, но не предполагает взаимодействия между ними, можно вполне успешно прогнозировать деятельность команды, исходя из индивидуальной деятельности. Например, для задачи, используемой Клаусом и Глазером ([72], пример 138), кривые обучения оператора и команды были почти идентичны. Однако в том случае, когда требуется серьезное взаимодействие между операторами, возможность прогнозирования на основании показателей индивидуальных способностей уменьшается [63, 89].

Пример 128. У шестидесяти пяти пар испытуемых оценивались их психомоторные способности по тесту со штекерной панелью, впервые выполненному в Университете Пэрдью. После тестирования были образованы группы из двух человек: одного с большими и другого с меньшими способностями (см. также пример 123). Затем эти группы работали на тех же агрегатах, на которых входящие в их состав операторы работали индиви-

дуально. Эффективность деятельности групп по отношению к эффективности менее способных членов группы составляла 0,53, а к эффективности более способных — 0,50. Комбинацией и другой организации деятельности давала множественную корреляцию 0,66. Это составляло, однако, лишь 44 % переменной величины групповой эффективности, при этом остающийся процент переменной определяется каким-то специфическим параметром команды. Роде [99] получил аналогичные результаты, изучая выполнение задачи с лабиринтом.

Пример 129. Аналогичные результаты получены и при изучении эффективности деятельности экипажа бомбардировщика В-52, который выполнял имитационные учебные бомбардировки. Эту эффективность можно с достаточной достоверностью предсказать исходя из опыта командира экипажа самолета (общего количества летных часов или продолжительности службы) и его образовательного уровня. Точность бомбардировки, выполняемой экипажем, возрастала по мере накопления опыта командиром (приблизительно до 4500 летных часов или 11 лет службы), а затем падала в ускоренном темпе при дальнейшем увеличении опыта командира, снизившись при 6700 ч и 16 годах службы до уровня вновь сформированного экипажа. Почему? Удовлетворительных объяснений этому феномену нет. Хотя в 17 % экипажей было заменено по 1 человеку из 5, никаких статистически значимых различий между группами с заменами и без замен обнаружено не было, что подтверждает сделанные выше выводы, касающиеся текучести.

В соответствующем исследовании, в котором производительность оценивалась жюри, командиры эффективно действующих армейских команд оказались людьми со значительно более высоким уровнем интеллекта, чем руководители неэффективных команд [39]. Наличие такого соотношения подтверждается и в работе [45], где найдено, что корреляция между эффективностью группы и интеллектом руководителя составляла от 0,35 до 0,50. Интеллект плюс знание дела составляют основу прогнозирования эффективности деятельности группы.

С другой стороны, Спектор и Сьюттелл [113] не обнаружили значительной корреляции между средним уровнем интеллекта членов групп из трех человек и эффективностью деятельности экипажа.

Выводы. Уровень навыков, достигаемый членом команды до его вступления в команду, а не его индивидуальная способность к обучению является основным критерием для прогнозирования успеха обучения команды. Для некоторых задач, во всяком случае, качество командной подготовки можно прогнозировать исходя из подготовленности отдельных членов команды.

Примеры исследований

Пример 130. Этот пример из серии опытов, проведенных Клаусом и Глазером [71], включает в себя задачу оперантного (обусловленного) обучения последовательно организованных команд, состоящих из трех операторов. 28 таких команд, составленных из трех операторов, отличались уровнем подготовки испытуемых до их вступления в команду.

Исследовались четыре переменные величины: *подготовленность* (низкая, средняя, высокая) отдельных испытуемых, приступавших к командному обучению, *способность к обучению* отдельных испытуемых (быстрое или медленное усвоение новых знаний), *влияние задержки* в начале командного обучения и *гомогенность* команды (т. е. различия в подготовленности отдельных членов команды между собой; иными словами, рассматривалась такая переменная величина, как состав команды).

На деятельность команды существенное влияние оказывает лишь подготовленность испытуемых перед их вступлением в команды с низким, средним и высоким уровнем подготовленности, значительно отличавшихся друг от друга эффективностью своей деятельности. Команды, члены которых были способны к быстрому усвоению знаний, т. е. во время индивидуального обучения за несколько тренировок достигали хороших результатов, не обнаружили способностей к быстрому командному обучению.

Во время образования команд можно было вычислить их вероятность подготовленности на основе подготовленности отдельных членов команд, измеренной при завершении индивидуального обучения. Прогнозируемая величина измеренной вероятности определяется на основании значения корреляции рангов по Спирмену при условии, что каждая группа из трех команд имеет идентичные характеристики своих членов. Прогнозируемая подготовленность группы коррелировала с количеством опытов, необходимых для получения ста правильных ответов, и количеством опытов, необходимых для достижения заданного критерия с показателями $-0,70$ и $-0,77$ ($p = 0,05$) соответственно.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМАНДЫ

Организация команды тесно связана с организацией задачи, которая обсуждалась в гл. 2 и 3. Характер выполняемых задач и степень их независимости в значительной мере определяют характер организации команды. Тем не менее способ организации команды обладает некоторой гибкостью, и возни-

кающие при этом различия влияют на результаты работы. Эта закономерность чаще проявляется в цехах на промышленных предприятиях (что предполагает большое количество рабочих, многие из которых выполняют параллельные функции), чем в других, сравнительно малочисленных командах, где весьма высока взаимозависимость людей.

Исследование Ван Бика [124] показывает, что можно сделать в сборочных цехах. Автор разделил рабочих сборочного цеха, в котором было занято 104 человека, на пять небольших групп, назначил в новые малочисленные цеха инспекторов, снабдил цеха стеллажами для хранения готовых изделий, ожидающих контрольной проверки. Это привело к увеличению выпускаемой продукции, сокращению простоев, увеличению заработной платы и повышению морального уровня рабочих. Исследователи данной проблемы должны ответить на следующий вопрос, касающийся по крайней мере малочисленных команд с большим уровнем взаимозависимости: в какой мере организация влияет на результаты работы команды и какие типы организации являются наиболее эффективными?

Выводы.

1. Последовательная организация команды снижает вероятность успешного выполнения командой своего задания.

2. Организация команды отчасти определяет результаты ее работы. Однако степень влияния организации команды на получаемые результаты зависит от критериев их оценки.

3. Прошлый опыт в самоорганизующихся командах влияет на организационную деятельность в новых командах, составленных из членов прежних команд.

Примеры исследований

Пример 131. Исследовались (еще одно исследование из серии экспериментов Клауса — Глазера, выполненное с использованием ситуации оперантного обучения), организованные тремя различными способами команды, состоящие из двух человек; с последовательной организацией (оба испытуемых должны были работать корректно), с параллельной организацией (корректное выполнение командой своих функций являлось результатом корректного выполнения своих функций каждым членом команды) и с индивидуальной организацией (результат работы команды зависел от успешного выполнения своих функций одним, заранее выбранным членом команды).

При последовательной организации вероятность корректного выполнения командой своего задания является функцией произведения индивидуальных вероятностей $p = f(x)(y)$. Если

вероятность успешного выполнения задачи одним членом команды составляет 0,50, а другим — 0,75, то вероятность успешного выполнения задания командой составит $0,38 = 0,50 \cdot 0,75$. При параллельной организации вероятность корректного выполнения задачи командой вычисляется по формуле сложения вероятностей $x + y - (x)(y)$. Вероятность успешного выполнения задачи командой с параллельной организацией будет равна $0,87 = 0,50 + 0,75 - 0,50 \cdot 0,75$. При индивидуальной организации вероятность выполнения составит 0,75 или 0,50 в зависимости от того, на какого оператора пал выбор.

Испытуемые обучались в индивидуальном порядке, а потом, исходя из эквивалентной подготовленности, группировались в 18 команд (по 6 команд на каждый из трех типов организации). Первоначальная эффективность деятельности команд прогнозировалась путем подстановки показателя индивидуальной подготовленности в то или иное уравнение вероятности, соответствующее типу организации данной команды. Корреляция этих прогнозов с реальным выполнением командами своих задач для всех 18 команд составляла 0,73. Наиболее эффективной оказалась параллельная организация, за ней следуют индивидуальная и последовательная организации. Этот замечательный опыт успешного прогнозирования эффективности, по-видимому, возможен лишь при выполнении сравнительно простых задач.

Аналогичные результаты были получены Зайоничем и Тейлором [126], показавшими, что при последовательном выполнении задачи, связанной с исследованием времени ответной реакции, с увеличением в команде числа людей (с двух до семи), работающих последовательно, уменьшается вероятность успешного выполнения командой своего задания.

Пример 132. В данном случае задача состояла в интерпретации изображения (фотографии) командами из двух человек. Любой из операторов мог использовать четыре метода исправления ошибок, допущенных другим оператором. Результат работы включал в себя: 1) все ответы или ответы, одобренные контролером без дискуссии, 2) лишь ответы, согласованные до дискуссии, 3) все ответы, одобренные контролером после дискуссии, и 4) лишь ответы, согласованные между обоими членами команды после дискуссии.

Обнаруженные статистически значимые различия оказались не слишком заметными, во всяком случае для невооруженного глаза; кроме того, они не были согласованы с изменениями различных параметров, определяющих работу системы. Другими словами, один метод гарантировал максимальную точность, другой — полноту, третий — эффективность. Из этого следует сделать вывод (насколько, конечно, допустимо обобщать

полученные результаты), что тип организации команды должен определяться критериями задания.

Другая цель исследования состояла в определении того, как эффективность деятельности команды изменяется в зависимости от подготовленности и способностей отдельных ее членов. Несколько удивительно (впрочем, если иметь в виду примеры 128 и 129, то не слишком), что не обнаружилось значительных различий в эффективности, обусловленных изменением состава команд.

Из примера 41 (гл. 2) также видно, что различия в эффективности деятельности зависят от организации команды; Коуен и др. [21] обнаружили, что в самоорганизующихся коммуникационных сетях прошлый опыт коммуникации в одном из типов сетей влияет на позднейшую организационную активность в последующих сетях.

Выводы. Эффективность обучения команды отчасти зависит от типа организации, на который ориентируется обучающаяся команда.

Примеры исследований

Пример 133. Данная задача (по радиолокационному воздушному перехвату) уже описана в примерах 71 и 75. Переменные величины, исследовавшиеся в ходе эксперимента, представляли собой организацию задачи по обучению и передаче навыков и точность обучения для задачи передачи навыков; последняя переменная более детально была описана ранее. Организация задачи по обучению осуществлялась на двух уровнях: в условиях *независимости*, в которых диспетчеры радаров обучались в индивидуальном порядке без внутрикомандной коммуникации или прямой передачи целей и (или) перехватчиков, и в условиях *взаимодействия*, в которых два диспетчера радаров использовали одну и ту же информационную панель и взаимодействовали непосредственно, когда цели переходили из зоны ответственности одного диспетчера в зону ответственности другого. Организация задачи по передаче навыков осуществлялась таким же образом. Половина команд, члены которых были обучены в условиях организации задачи по независимому типу, переводились на режим работы с взаимодействием; половина команд, обученных в режиме взаимодействия, переводилась на выполнение задач с независимой организацией. На эффективность деятельности команд, измеряемую по системным параметрам (расходы топлива в расчете на рейд и количество успешных перехватов), значительное влияние оказывали как организация обучения, так и органи-

зация передачи навыков. В среднем команды с независимой организацией лучше выполняли свою задачу, чем команды с организацией, допускающей взаимодействие.

Исследование показало, что если команда переходит на выполнение задачи с независимой организацией, тип организации обучения в прошлом не имеет особого значения. Однако если команда переходит к выполнению задачи, требующей взаимодействия, то весьма желательно, чтобы для обучения использовалась задача, организованная по независимому типу, а не задача, выполнение которой предполагает взаимодействие. Возможно, что вербальная коммуникация, неизбежная при обучении в условиях взаимодействия, приводит к недостаточной дисциплинированности, что отрицательно сказывается при переходе команды к другим условиям (к условиям взаимодействия).

Выводы. В относительно неструктурированных ситуациях, которые складываются, например, при работе группы руководителей, разрабатывающих решения проблем, взаимодействие между членами группы на этапе решения проблем может быть негативным фактором, в то время как взаимодействие на этапе оценки предложенных вариантов решений может содействовать успешному выполнению задачи.

Примеры исследований

Группы часто решают проблемы с более высоким качеством, чем индивиды [26, 76, 78, 117]. Преимущество групп отчасти связано скорее с тем, что в группах над решением проблем самостоятельно работают несколько индивидов, а не с тем, что члены группы взаимодействуют друг с другом. Тейлор и др. [118] и Дюннетт [27] обнаружили, что номинальные (невзаимодействующие) группы дали больше решений и более высокого качества, чем реальные (взаимодействующие) группы. Поэтому взаимодействие лиц, занятых решением проблем, друг с другом, возможно, является негативным фактором.

Пример 134. Двенадцать групп по четыре человека в каждой должны были решать проблемы, касающиеся отношений между людьми (например, моральные), предлагаемые в виде печатных текстов. Решение проблем осуществлялось в следующих условиях: 1) члены группы взаимодействуют между собой в процессе решения проблем, но не во время оценки решений; 2) взаимодействие допускается лишь при оценке решений; 3) взаимодействие осуществляется и в процессе решения проблем, и при оценке решений и 4) взаимодействие не допускалось ни при решении проблем, ни при их оценке. Было

обнаружено заметное превосходство в количестве решений у групп, которым запрещалось взаимодействие на этапе решения проблем. Если предлагаемая задача рассчитана на независимое выполнение, взаимодействие явно препятствует выполнению задачи. Полученные результаты подтверждают прежние выводы Дюннетта и др. [27] и Тейлора и др. [118].

Выводы. Эффективность определенной организации команды изменяется в зависимости от характера задачи.

Примеры исследований

Пример 135. Тридцать команд по два человека в каждой занимались решением кроссвордов (легких и трудных), работая при этом либо во взаимодействии, либо индивидуально. Результаты оказались неопределенными: совместная работа была более эффективной при решении легких задач, чем трудных. Можно предположить, что неизбежное при совместной работе взаимодействие отрицательнее сказывается на выполнении трудной задачи. Индивидуальная работа оказалась более производительной (по количеству выполненной работы в расчете на человеко-часы), зато в результате совместной работы группа успешнее выполняла задачу в целом (общая эффективность, независимая от затраченного времени). Аналогичные показатели оценки результатов работы приводятся в разделе, посвященном сравнению групп с индивидами.

Выводы. «Проектная» организация команд имеет тенденцию превосходить специализированную организацию.

Примеры исследований

Пример 136. Двадцать четыре группы по три испытуемых в каждой выполняли задачу по составлению слов. Оценке подвергались следующие переменные величины: способ организации (специализированная или проектная) и обратная связь (индивидуальная или групповая). При выполнении задачи руководствовались тремя правилами. В специализированных командах каждый испытуемый мог применять лишь одно правило, в проектных — можно было использовать все три правила. Эффективность выполнения задачи измерялась по трем показателям: количеству составленных слов, времени решения и степени творческой изобретательности, проявленной при составлении слов. Проектные команды опережали по времени решения, а также по качеству выполнения задачи. Индивидуальная обратная связь обладала незначительным превосходством над групповой обратной связью.

Выводы. Фактором, ограничивающим эффективность команд, выполняющих задачи по обработке информации, является трудность сбора информации из разных источников и организации коммуникаций для информационного обмена.

Примеры исследований

В примере 68 (гл. 3) каждый из трех испытуемых, составлявших одну группу, работал в отдельной кабине. Коммуникация осуществлялась посредством телефонной связи. Испытуемые

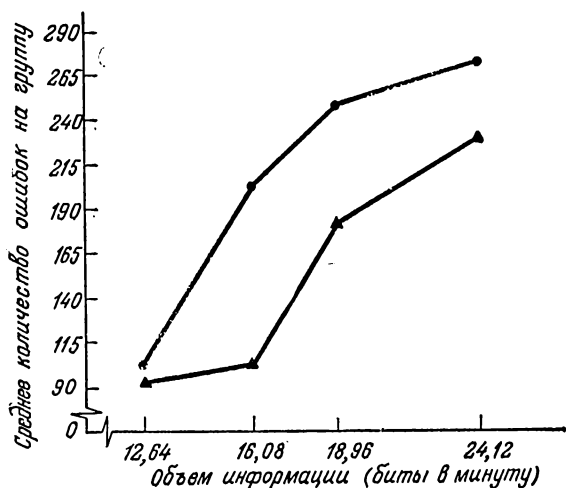


Рис. 5.3. Соотношения между средним количеством ошибок, допущенных группой, и скоростью передачи информации для двух экспериментальных структур (печатаются с разрешения из работы Ланцетты и Роби, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 1956, пример 68).

●—● низкий уровень автономии; ▲—▲ высокий уровень автономии.

должны были выполнять переключения на коммутационной панели на основании предъявляемых им слайдов с изображениями, имитирующими показания авиационных приборов. Правильное включение органов управления могло осуществляться лишь при учете показаний двух приборов. Переменными величинами в данном эксперименте являлись два условия организации: низкий и высокий уровень автономии, определяемые объемом информации, поступающей от внешних источников. Группы с низким уровнем автономии должны были обслуживать четыре информационных единицы, используя данные двух разных источников информации; группы с высоким уровнем автономии обеспечивали лишь один вход и информацию

получали от одного источника. Ошибок было меньше при высокоавтономной структуре (рис. 5.3). Таким образом, самой сложной структурой для оператора является структура, в которой значительная часть информации поступает от разных источников. Из примера 52 (гл. 2) видно, что доступность информации является важным фактором эффективности деятельности команды. Аналогичные выводы можно сделать и из анализа коммуникационных сетей.

Выводы. Если элементы задачи распределены между отдельными операторами (разделение ответственности), система функционирует успешнее, чем в тех случаях, когда каждый оператор осведомлен о всех деталях задачи. Разделение ответственности эффективнее, если распределение усилий между членами команды функционально осмысленно и если оно ведет к явному уменьшению входной нагрузки на оператора.

Примеры исследований

Пример 137. В данном исследовании, объектом которого было управление полетами, ответственность за управление при приближении самолета к аэродрому систематически распределялась между пилотами и наземными пунктами управления полетами.

«Пилот сам определял маршрут... и сам принимал решения относительно посадки и регулирования скорости. На пункты наземного управления полетами ложилась ответственность за предотвращение столкновений, поскольку лишь с такого пункта можно наблюдать позиции всех самолетов относительно друг друга. Таким образом, пункты наземного управления принимали на себя функцию общего контроля, в то время как за детали прокладки маршрутов посадки отвечали отдельные пилоты. Как в нормальных, так и в опасных ситуациях... система функционировала лучше при распределении элементов задачи...» ([66], стр. 20).

Выводы. Эффект, производимый процедурной гибкостью, связан со стрессом. При нормальном выполнении операций оператор действует наиболее эффективно, когда он может манипулировать элементами системы в любой момент времени и без каких-либо ограничений. В ситуации стресса, напротив, слишком широкое право выбора может препятствовать успешному выполнению задачи.

Примеры исследований

Было обнаружено, что в ситуации управления полетами (пример 137) операторы пункта управления были склонны скорее прибегать к методу повторного принятия решения, чем делать небольшое число существенных коррекций направления, высоты и скорости, до последнего момента откладывая окончательный выбор того или иного маршрута. При такой тенденции к повторению процедурная жесткость (ограничение количества выбираемых вариантов) снижала эффективность управления. Однако в опасных ситуациях сокращение количества выбираемых вариантов уменьшало путаницу, поскольку в этом случае оператору пункта управления не приходилось иметь дело с большим количеством непредвиденных обстоятельств, прежде чем выбрать соответствующее действие.

Кидд и Хуипер [68] в задаче, имитирующей управление полетами, использовали команды из двух человек. В их исследовании операторы пункта управления могли действовать либо безо всяких ограничений, либо с частичными ограничениями (контакт между диспетчерами разрешался лишь внутри 20-мильной зоны пункта наземного управления), либо с максимальными ограничениями (контакт не разрешался вообще). Хотя различия между этими процессами не были статистически достоверными, результаты все-таки говорят в пользу неограниченных условий работы.

В примере 40 эксперименты проводились с командами из шести человек, управляющих полетами. Команды действовали в условиях жесткого графика полетов и при более широких возможностях диспетчеров действовать по собственному усмотрению; иными словами, операторы могли сами составлять график полетов. Результаты свидетельствуют о преимуществах гибкого графика.

Хоуэлл и др. [58] выдвинули, однако, гипотезу, что гибкость графика нежелательна в опасных ситуациях. Исследователи использовали команды из двух операторов, действовавших в той же ситуации управления полетами, что и в эксперименте Кидда. Опасная ситуация возникала в результате имитации выхода из строя радиолокационного устройства. Операторы действовали в опасной ситуации в условиях малой гибкости (лишь 3 маршрута посадки) или в условиях большой гибкости (17 маршрутов посадки). По показателям эффективности функционирования системы в опасной ситуации (средняя продолжительность управления и средний расход топлива) в условиях большей гибкости эффективность команды была выше; однако по показателям безопасности (количество незамеченных приближений самолетов к наземному пункту управления

и количество ошибок разделения) преимущество принадлежало командам, действовавшим в условиях малой гибкости.

Выводы. Иерархическая структура команды предпочтительнее, когда не используется исключительно последовательная структура. Как показано выше, эффективность деятельности команды при последовательной структуре зависит от наименее способного члена команды, перегрузка которого может заметно ухудшить результаты работы системы. Если задана определенная степень централизации, существенное значение приобретает центральная позиция в структуре команды, которую должен занять наиболее способный член команды.

Примеры исследований

Левитт [73] писал, что точность и скорость выполнения операции выше у тех команд, которые включают в себя оператора, занимающего центральное положение. Гуцков и Симон [41], а также Мохана и Арджил [87] подтверждают этот вывод. Иерархическая структура имеет явные преимущества при выполнении простых задач, так как в этих условиях оператор, занимающий центральное положение, обладает достаточной независимостью, позволяющей ему эффективнее организовывать работу.

Однако централизованная структура не позволяет повышать эффективность настолько, чтобы она превосходила эффективность систем с децентрализованной структурой при выполнении всех задач [47]. Если оператор, занимающий центральное положение, не получает или не рискует взять на себя необходимую инициативу, то централизованная структура не гарантирует более высокой эффективности [108]. Оператор, занимающий центральное положение, может быть перегружен или даже перегружен работой (пример 7), и в этом случае его руководящее положение будет отрицательно сказываться на функционировании системы [107].

Эффективность функционирования системы определяется не только структурой; в действительности структура может быть менее важным фактором, чем другие переменные величины задачи и процессов. Тем не менее Льюс и др. [79] указывают на три фактора, которые говорят в пользу централизованной структуры: 1) в среднем она более надежна при выполнении операций, 2) требует менее продолжительного обучения для достижения необходимой подготовленности и 3) в большей степени соответствует отличающимся друг от друга требованиям системы, чем децентрализованные структуры.

Бригс и Джонстон [15] считают, что большинство реальных систем «спроектировано в виде иерархических структур с четким централизованным управлением», и это является следствием «высокого уважения, оказываемого нашей культурой таким ценностям, как эффективность (надежность) и низкий уровень расходов (продолжительность обучения).

Выводы. Взаимодействие операторов должно быть сокращено до минимума. Взаимодействие как на входе, так и на выходе системы приводит к тому, что оператор не все свои способности отдает деятельности, необходимой для выполнения данной задачи.

Примеры исследований

В экспериментах по управлению воздушными перехватами, выполненных Бригсом и Нейлором [16] и Бригсом и Джонстоном [13], варьировался объем взаимодействия членов команды. Половина команд могла действовать, осуществляя командное взаимодействие по звуковым каналам; в другой половине отобранных команд операторы действовали самостоятельно. При определенных условиях каждый раз, когда цель перемещалась из зоны ответственности одного оператора в зону ответственности другого, взаимодействие было желательным, поскольку в этом случае один оператор имел возможность подать другому сигнал к действию.

Во всех вышеупомянутых экспериментах команды, операторы которых действовали самостоятельно, показали более высокую эффективность. Даже в тех случаях, когда требовался высокий уровень координации [13], группы операторов, обученных командным действиям, не превосходили по эффективности операторов, обученных самостоятельной работе. Результаты этих исследований приводят нас к выводу, что задача должна быть организована для обеспечения (насколько это возможно) самостоятельной работы отдельных операторов; вербальная коммуникация между членами команды по возможности должна быть сведена к минимуму.

В упомянутых исследованиях анализировалось взаимодействие на уровне выхода системы (ответной реакции). Роби и Ланцетта [96, 97] изучали взаимодействие на уровне входных сигналов. Команды из трех человек имитировали действия экипажей бомбардировщиков. Каждый человек вел наблюдения за двумя дисплеями и периодически должен был осуществлять переключения двух переключателей в зависимости от входных сигналов. Степень взаимодействия варьировала от низкой до крайне высокой как функция количества информа-

ции, получаемой оператором от других членов команды для выполнения переключений. Результаты показали прогрессирующее увеличение количества ошибок по мере увеличения потребности во взаимодействии на входе (см. также пример 68, гл. 3). Кидд [97] наблюдал тот же самый феномен. Взаимодействие явно снижает сосредоточенность внимания члена экипажа на специфической деятельности, связанной с выполнением задачи.

Выводы. При нагрузке команда действует успешнее, если потребности во взаимодействии сведены к минимуму. Однако, если независимость оператора слишком велика, может произойти нарушение баланса нагрузки, и это отрицательно скажется на эффективности.

Примеры исследований

Еще один аргумент в пользу максимально возможного снижения взаимодействия содержится в исследовании Ланцетты и Роби (пример 47), в котором систематически менялась нагрузка на систему (6, 10 и 15 с между сменами кадров) с одновременным изменением упомянутых выше условий взаимодействия от низкого уровня до максимального. И нагрузка, и взаимодействие оказали существенное воздействие на эффективность деятельности. Как и следовало ожидать, чем выше нагрузка (короче интервал между сменяющимися кадрами), тем ниже эффективность деятельности; но, что еще важнее, эффективность деятельности при нагрузке в условиях малого взаимодействия была выше, чем при нагрузке в условиях высокого уровня взаимодействия.

Роби и Ланцетта (пример 48) провели эксперимент с использованием станций, имитировавших кабину самолета, для иллюстрации обратной связи между уровнем независимости и балансом нагрузки. В своем эксперименте они использовали три станции: на первой станции был один переключатель на второй — два, на третьей — три.

Испытуемые сидели в закрытых кабинах, что исключало возможность непосредственной коммуникации. На каждой станции был установлен контрольный блок с тремя рычагами и сигнальными лампочками, каждая из которых соответствовала одной из станций. Таким образом, чтобы вызвать станцию 2, на станции 1 нужно было нажать на рычаг с номером 2, в результате чего лампочки с номером 2 загорались на всех трех станциях. В ответ на станции 2 нажимали на свой рычаг с номером 2. В качестве устройств отображения информации служили вольтметры, шкалы которых имитировали консоль

экспериментатора. Справочные таблички указывали на то, какими должны быть правильные переключения в зависимости от показаний прибора. Из-за непропорционального распределения устройств отображения информации между станциями была необходима коммуникация со станциями, которые обладали нужной информацией.

Баланс нагрузки (равномерное распределение работы) определялся распределением устройств отображения информации, предъявляющих данные, на основании которых выполнялись переключения рычагов на станциях (табл. 5.3). При условии 1

Таблица 5.3

**Количество устройств отображения информации
по отношению к условиям сбалансированной нагрузки¹⁾**

Условие	Количество контрольных устройств на станции		
	1	2	3
1	2	2	2
2	1	2	3
3	3	2	1

1) Из работы [97], пример 48 (описанный у Бригса и Джонстона, пример 148).

ответственность за наблюдение распределялась поровну между станциями, при условии 2 самая тяжелая нагрузка ложилась на станцию, отвечавшую за контроль в большей мере, чем другие. При условии 3 восстанавливался баланс нагрузки путем перенесения основной ответственности за наблюдение на станцию 1, оборудованную минимальным числом контрольных устройств.

Условия 1 и 2 экспериментаторы считали приблизительно равными по степени независимости, поскольку соотношение числа устройств отображения информации и количества переключателей было на станциях примерно одинаковым; условие 3 требовало большего взаимодействия. Однако по балансу нагрузки, которая складывалась из нагрузки на входе и выходе, условие 3 гипотетически принималось за более выгодное, чем первое, и оба эти условия должны были превосходить условие 2. Результаты показали, что по эффективности лучшим оказалось условие 1 (низкий уровень взаимодействия, средняя нагрузка), на втором месте условие 2 (низкий уровень взаимодействия, большая нагрузка) и на последнем месте — условие 3 (высокий уровень взаимодействия, малая нагрузка). Обе переменные величины — независимость и баланс нагрузки —

оказывали значительное влияние на эффективность функционирования, хотя фактор независимости был, очевидно, более значительным (см. также пример 42).

Выводы. При достаточной гибкости операционных процессов (например, при возможности осуществлять перераспределение функций и регулировать баланс нагрузки) команды можно приспособить к разным нагрузкам системы. В гл. 2 приведен ряд примеров приспособления оператора к нагрузке системы.

Примеры исследований

В примере 1, в котором принимали участие команды из двух человек, выполнявшие задачу управления полетами, различали два уровня нагрузки (посадка производилась либо каждую минуту, либо через две минуты) и два типа организации; при одном типе организации любой из членов команды мог компенсировать опоздания или преждевременные прибытия самолетов, вызванные ошибками другого оператора; при другом типе организации — компенсация опозданий и преждевременных прибытий, вызванных ошибками партнера, запрещалась.

На этапе первоначального обучения превосходство в эффективности работы достигалось командами, работающими в условиях малой нагрузки; однако в конце обучения команды, работающие в условиях высокой нагрузки, при компенсаторной организации лучше выполняли свою задачу, чем при какой-либо другой организации. Из этого следует, что если команды могут приспосабливаться к высоким нагрузкам, то в течение некоторого времени они смогут усовершенствоваться в использовании компенсаторных функций до такой степени, чтобы успешно конкурировать с командами, работающими в условиях относительно низкой нагрузки. Это, естественно, предполагает гибкость операционных процессов системы. Снижение в эффективности деятельности команд при увеличении нагрузки на систему может частично оказывать негативное влияние при недостаточно гибких структурах.

Приспособление к нагрузке может оказывать как негативное, так и позитивное влияние. Бихэн (пример 7) использовал последовательную структуру в командах из пяти человек, имитировавших выполнение задач, связанных с противовоздушной обороной. Оператор, работающий на позициях, близких к входу в систему, действовал в условиях большой перегрузки. Бихэн отметил, что по мере накопления практического опыта навыки оператора, занимающего определенную позицию в команде с последовательной структурой, совершенствовались, благодаря

чему он мог передавать больший объем данных и тем самым увеличивать нагрузку на операторов, занимающих последующие позиции. Это в свою очередь вызывало временное снижение эффективности деятельности на последующих позициях. Командное обучение в условиях последовательной структуры должно предотвращать такое снижение.

Выводы. Чрезмерное увеличение численности команды может оказывать как позитивное, так и негативное влияние.

Примеры исследований

Если адекватная подготовленность становится одной из первоочередных проблем, в команду можно включить дополнительно нового оператора, который работал бы параллельно со старым. Например, если критическое значение приобретает мгновенное обнаружение в ситуации радиолокационного контроля, то для одновременного выполнения одной и той же деятельности могут быть назначены несколько операторов (см. также примеры 117 и 118).

В серии исследований, проведенных Клаусом и Глазером [72], участвовало шесть команд. После этапа индивидуальной подготовки были образованы две команды по два человека в каждой: оператор и первый диспетчер в первой команде и оператор и второй диспетчер — во второй. Командную подготовку команды получали независимо друг от друга, пока не достигали уровня, соответствующего определенному критерию, вслед за этим их объединяли в одну команду из трех человек с *параллельно действующими диспетчерами*, и практика продолжалась.

Пять (из шести) команд, состоящих из трех человек и образованных вышеописанным способом, после включения в них дополнительного оператора обнаружили улучшение эффективности деятельности на первых этапах работы по сравнению с деятельностью на заключительном этапе двухоператорных команд, из которых были образованы трехоператорные команды. Однако четыре трехоператорные команды впоследствии снизили свою эффективность, достигнутую ими непосредственно после включения в команду дополнительного оператора. В двух случаях это снижение достигло более низкого уровня, чем уровень эффективности двухоператорных команд на заключительном этапе, перед включением дополнительного оператора, хотя индивидуальная квалификация операторов, измеряемая в период так называемой «разминки» перед началом ежедневной работы, оставалась высокой в продолжение всего эксперимента.

ОБУЧЕНИЕ КОМАНДЫ

Наш интерес к проблеме обучения команды заключается в следующих вопросах:

1. Что следует изучать в процессе командного обучения? Желательность и целесообразность обучения команды основаны на предположении, что эффективность работы команды зависит от вполне определенных элементов; именно эти элементы и должны быть объектом изучения. Ясно, что выделить направления, по которым следует проводить обучение «командной работе», не просто. Возможно, именно из-за этого «командной работе» обычно обучают не для привития оператору каких-либо специфических качеств или навыков, а чтобы дать ему возможность использовать свои индивидуальные способности в условиях сотрудничества с другими операторами команды. Но если к члену команды не предъявляется никаких специфических требований (выходящих за рамки того, что требуется от самостоятельно работающего оператора), то можно ли в этом случае говорить о том, что существуют какие-то требования к командному обучению? Если нельзя выделить те специфические элементы, которым следует обучать, то может ли в этом случае обучение быть контролируемым? А без такого контроля эффективность командного обучения не может быть гарантирована.

2. Обладает ли командное обучение теми же характеристиками, что и обучение самостоятельно работающего оператора? Если навыки, которым следует обучать в процессе командного обучения, специфичны для команды, то характер командного обучения должен отличаться от характера обучения оператора. (В этой связи, однако, мало внимания уделялось разработке и применению графического материала, характеризующего групповое обучение, отчасти из-за методологических проблем, возникающих при определении того, что действительно означает характеристика группового обучения как комбинация индивидуальных характеристик[6].)

3. Каково соотношение между обучением оператора и командным обучением во времени? Что наиболее эффективно: обучать ли операторов сначала навыкам индивидуальной работы, а потом проводить командное обучение, обучать ли всем навыкам с самого начала в условиях командной работы или обучать исключительно навыкам индивидуальной работы? Допуская необходимость как индивидуального, так и командного обучения, можно ли выделить какой-то общий для этих случаев момент времени, когда необходимо перейти от одного типа обучения к другому?

4. Приводит ли командное обучение к увеличению эффективности работы системы? В конце концов, именно этот вопрос наиболее важен: если командное обучение не приводит к значительному повышению эффективности функционирования системы в сравнении с эффективностью, гарантируемой индивидуальным обучением, то в нем нет необходимости. Вопрос может показаться противоречащим здравому смыслу — ведь казалось бы естественным, что операторы, предназначенные для командной деятельности, должны получать и командное обучение. Если, однако, результат работы системы существенно не улучшается после проведения командного обучения, то операторов можно с успехом включать в уже существующие команды в порядке замены с тем, чтобы развить их навыки обучения в процессе самой работы.

5. Влияют ли на командное обучение те же самые переменные, какие влияют на обучение оператора (например, тип задачи, подготовленность оператора к моменту начала обучения, способность оператора к обучению, структура команды, обеспечение обратной связи)? Если эти переменные действительно имеют значение, то их следует учесть при разработке программы командного обучения.

Характеристики задачи, вероятно, имеют значение для командного обучения, но об этой переменной величине известно слишком мало. Не похоже, чтобы командное обучение выполнению высокодетерминированных и недетерминированных задач вовлекало одни и те же механизмы. Такая переменная, как обратная связь, имеет также особый интерес для командного обучения. Командная информация, которая должна передаваться через механизм обратной связи, должна быть проверена, исходя из целей, поставленных перед командным обучением. После того как обратная связь проверена на отдельном операторе на основе оценки передаваемой через нее информации о его ответах, она может стать источником ошибок, если оператор будет видеть в ней точную характеристику последствий своих действий (гл. 6 дает более детальный анализ этой проблемы).

Выводы. В первом приближении командное обучение дает те же характеристики, что и обучение отдельного оператора.

Примеры исследований

Пример 138. Ситуация обучения в данном исследовании была представлена задачей, использованной Глазером и его коллегами (см. приведенные выше примеры). Три члена

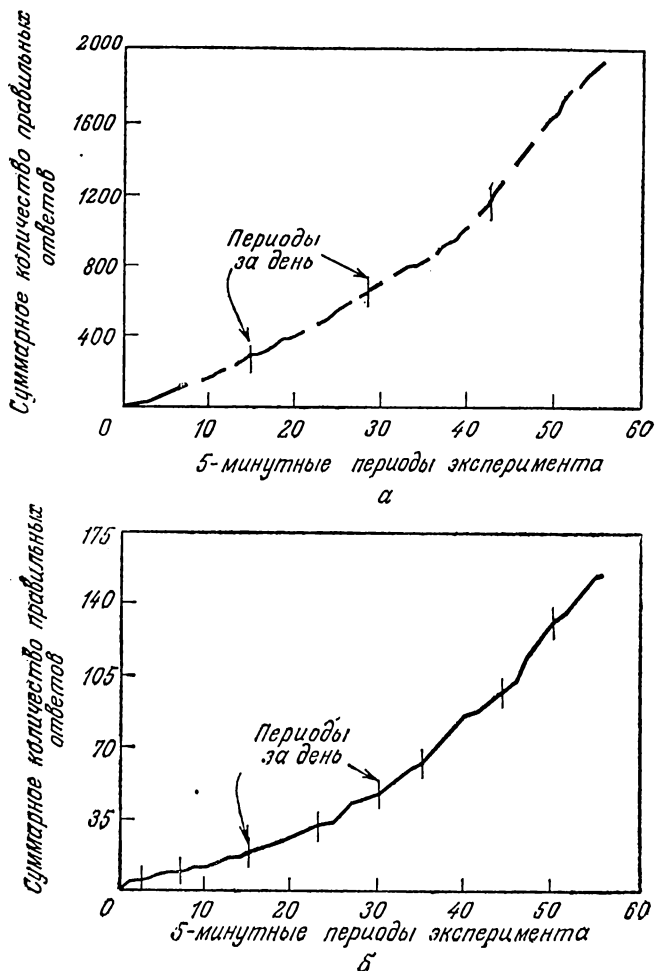


Рис. 5.4. Сравнение характеристик индивидуального и командного обучения (печатается с разрешения из работы Клауса и Глазера, 1968, пример 138). а—характеристика индивидуального обучения (один испытуемый); б—характеристика командного обучения (команда из трех человек).

команды обучались в индивидуальном порядке до тех пор, пока не достигли точности ответов по крайней мере в 63% случаев, и вслед за этим начиналось командное обучение.

Характеристики индивидуального обучения сравнивались с характеристиками команды из трех человек (рис. 5.4). Приобретение командных навыков составления ответов оказалось почти идентичным с индивидуальным приобретением навыков.

Если рассматривать команду как последовательность независимых компонентов, имеющих равную вероятность успешного выполнения заданных действий, то для определения командной вероятности применимо правило умножения; в этом случае положительные результаты будут равны произведению $0,63 \cdot 0,63 \cdot 0,63$, или достигнуты в 25% испытаний. Именно так и случилось.

Автору представляется, что в данном исследовании взаимоотношения между командным и индивидуальным обучением рассматриваются слишком упрощенно, во-первых, потому, что исключительно последовательные операции не показательны для большинства ситуаций, с которыми имеет дело команда, и, во-вторых, потому, что единственное существенное изменение, связанное с переходом от индивидуального выполнения операций к командному, состояло в замене индивидуальной обратной связи командной (т. е. операторы взаимодействовали друг с другом после их включения в команду в том же объеме и теми же способами, что и раньше). Если требования к задаче, выполняемой оператором, не изменились под влиянием командного контекста, можно ли в этом случае говорить о том, что команда обучается всему, что специфично для команды? Исследование данного типа следует повторить, используя при этом разные типы задач.

Выводы. Индивидуальное обучение превосходит командное по крайней мере в случаях с простыми или умеренно сложными задачами. Командное обучение оказалось относительно неэффективным; оно не повысило эффективность деятельности выше того уровня, который достигается в результате индивидуального обучения оператора.

Примеры исследований

Хоррокс и др. [56] пришли к выводу, что для выполнения задачи по декодированию командой из шести человек командное обучение не эффективнее индивидуального. В другом эксперименте [57] они разработали задачу для команды из трех человек, состоявшую в запоминании расположения отдельных букв алфавита. Были образованы две группы: экспериментальная группа, которая только что участвовала в пятидневном командном эксперименте и, как можно предполагать, чему-то при этом научилась, и контрольная группа, состоявшая из команд, члены которых никогда не работали вместе. В выполнении новой задачи значительных различий между командами не обнаружилось.

В одном эксперименте из серии исследований, связанных с изучением переменных величин команды (некоторые из них уже описаны в примерах 71 и 75), Бригс и Нейлор [16] с помощью разбитой на квадратные клетки доски обучали двух членов трехоператорной команды в индивидуальном и командном порядке выполнению задачи воздушной обороны (перехвата). Половина каждой группы команд работала над выполнением независимо организованной задачи в условиях, исключающих возможность взаимодействия; другая половина команд работала в соответствии с правилами, предписанными командной деятельностью (в условиях взаимодействия).

Эффективность команд, члены которых были первоначально обучены в индивидуальном порядке (табл. 5.4), оказалась значительно выше. Как отмечалось в примерах 71 и 75, независимая организация передачи навыков превосходила организацию, предполагающую взаимодействие. Мерой сравнения служили расходы топлива на один успешный перехват (чем выше расходы, тем ниже эффективность).

Таблица 5.4

Эффективность как функция условия обучения и организации задачи по передаче навыков¹⁾

Организация задачи по передаче навыков	Способ обучения	
	командный	индивидуальный
Взаимодействие	18 444	10 067
Независимая организация	9 761	10 575

1) Из работы Бригса и Нейлора, 1964, пример 75.

В другом эксперименте [13] команды были составлены из операторов, обученных либо в индивидуальном порядке, либо в соответствии со спецификой командной деятельности. Значительных различий в эффективности работы команд того и другого типа не обнаружилось.

Выводы. Высокая точность условий моделирования реальных условий при обучении является важным фактором, определяющим успешность выполнения операционной задачи, независимо от того, относится ли эта точность к оборудованию, процессам или навыкам. Соблюдение точности существеннее на входе, чем на выходе системы.

Примеры исследований

Физическое и организационное сходство обучения и операционных задач привлекло к себе большое внимание во время проведения лабораторных исследований (в особенности это касается имитации движения воздушного транспорта), хотя проблеме точности учебной задачи в условиях командного обучения уделялось мало внимания. Однако Бригс вместе с Нейлором [16] и Джонстоном [13] изучали точность моделирования (подобие) при обучении выполнению операционных задач, связанных с передачей навыков в отношении оборудования и процессов. Второй эксперимент, описанный у Бригса и Джонстона [13], был поставлен для изучения точности моделирования задачи, исходя из требований, предъявляемых к навыкам операторов.

Выполнялась задача управления воздушным перехватом с помощью дисплеев, имитирующих работу радиолокационных устройств. Двое из трех членов команды, диспетчеры радаров, через имитационную радиосвязь отдавали условным пилотам команды, регулирующие направление и скорость. Третий член команды выполнял роль контролера-координатора. Перед испытуемыми были поставлены две задачи: учебная и задача передачи навыков.

Для учебной задачи использовались две доски с 2304 квадратами. На каждой доске было по восемь фигур: четыре цели и четыре перехватчика. В ходе обучения экспериментатор перемещал цели из квадрата в квадрат, а в это время диспетчеры радаров должны были передвигать фигуры, обозначающие перехватчики. Цель задачи заключалась в том, чтобы перехватчик заставил «приземлиться» цель или заблокировал ее — в этих случаях регистрировалось «попадание».

При выполнении задачи, связанной с передачей навыков, перемещения всех целей и перехватчиков отображались в реальном масштабе времени на экране дисплея. Таким образом, задача по передаче навыков с очень большой точностью имитировала операционную технику.

В первом исследовании [16] точность ответной командной реакции во время обучения была высокой у половины команд и низкой у другой половины. Точность стимулирующих воздействий была сравнительно небольшой у всех команд.

При низком уровне точности обучения диспетчеры радаров передвигали свои фигуры и вслух объявляли об изменениях направления и скорости.

В условиях высокой точности ситуация лучше имитировала задачу передачи навыков (операционную задачу), поскольку ассистенты экспериментатора перемещали фигуры, изображающие

перехватчики, и повторяли команды диспетчеров радарных устройств через имитационную радиосвязь.

Во втором исследовании [13, 14] варьировались как точность стимула, так и точность ответных реакций. Для высокой точности стимула было характерно использование дисплеев (оборудованных двумя пятидюймовыми электронно-лучевыми трубками), идентичных устройствам отображения информации в задаче навыков во всем, кроме размера. Низкий уровень точности стимула был представлен описанной выше игрой на доске с квадратными клетками. В ситуации высокой точности ответных реакций диспетчеры радаров передавали команды пилотам через имитационную радиосвязь. В ситуации низкой точности ответных реакций диспетчеры радаров отдавали команды при изменениях скорости и направления полетов путем поворота номерных дисков в соответствующие позиции, а пилоты получали команды со своих приборных панелей.

В описанных выше исследованиях эффективность при задаче навыков превосходила точность ответных реакций при обучении (которое позволяло членам команды заучивать эффективные вербальные команды, адресованные пилотам-перехватчикам). Однако в обоих экспериментах это превосходство было относительно кратковременным; во время второго сеанса передачи навыков не было обнаружено различий между командами. Но поскольку превосходство команд, обученных в условиях высокой точности стимулов, сохранялось в продолжении всех четырех сеансов передачи навыков, точность стимула представляется более важным фактором.

Тем не менее следует отметить, что в том и другом эксперименте точность учебной задачи влияла на эффективность деятельности лишь во взаимодействии с другими переменными величинами (например, организацией задачи по передаче навыков, сеансами). Если точность рассматривать изолированно как независимую переменную величину, то различия между низкой и высокой точностью окажутся статистически незначительными. Это обстоятельство отчасти уменьшает важность такой переменной величины, как точность.

Во втором эксперименте, описанном в [13], задача передачи навыков требовала более высокой степени взаимодействия между двумя операторами в каждой команде. В процессе обучения участвовали пять групп команд. Группы 1 и 2 не должны были координировать свою деятельность по перехвату во время обучения, в то время как от групп 3, 4 и 5 такая координация требовалась.

Исходя из точности моделирования реальных условий при обучении, группы 1 и 2 получали относительно низкую точность обучения (не требовалось координации), в то время как

остальные группы обучались с относительно высоким уровнем точности. Эффективность деятельности при выполнении задачи, связанной с передачей навыков, соответствовала ожиданиям: группы 3, 4 и 5 статистически значимо превосходили группы 1 и 2 по степени координации. Отмеченное выше превосходство, возможно, объясняется тем, что точность обучения важнее при подготовке к выполнению сложных задач, требующих от оператора не только распределения времени между органами управления и устройствами отображения информации, но и координации с другими операторами. Именно так считают Бригс и Винер [17].

Выводы. Если задаются несовместимые критерии эффективности функционирования системы, такие, как скорость и точность, то команды особое внимание уделяют тому параметру, в соответствии с которым они узнают о результатах своей деятельности, даже если при этом наносится ущерб другим параметрам функционирования системы. Когда критерии меняются, деятельность команды можно быстро модифицировать с тем, чтобы основное внимание уделялось неучтенному ранее параметру функционирования (однако см. [2]). В связи с этим неизбежно снизится эффективность деятельности команды, рассматривающей систему в другом аспекте.

Тем не менее если команда переходит от одного критерия оценки к нескольким критериям, основное внимание она продолжает уделять тому аспекту функционирования системы, о результатах работы которой она предварительно получила достаточные знания.

Примеры исследований

Пример 139. Здесь использовалась та же задача по воздушному перехвату, о которой шла речь в примере 133. Каждый диспетчер радаров вел наблюдение за своим собственным экраном дисплея, отображающим перемещения как цели, так и воздушного перехватчика. Обучались восемь групп: у четырех из них в качестве главного критерия выступало время, необходимое для осуществления перехвата; у четырех других групп критерий был представлен степенью координации. Группы 1—4 выполняли задачу по передаче навыков с простым критерием (*либо* время, *либо* координация), в то время как группы 5—8 выполняли передачу навыков со сложным критерием (координация *плюс* время). Из первых четырех групп группы 1 и 4 воспринимали изменение критериев, другие — не воспринимали.

Оборудование и процессы при выполнении учебной задачи и задачи по передаче навыков были одинаковыми. Обеспечивалась постоянная вербальная обратная связь, дававшая информацию о соответствии выполнения заданий используемым критериям. Исследователи измеряли эффективность деятельности по величине расстояния, разделяющего неперехваченные цели и преследующие их перехватчики, и времени, затраченному на перехват.

Результаты обучения были совершенно однозначными: группы, использовавшие при обучении критерий координации, добивались лучшей координации (меньше ошибок по разделяющему расстоянию), чем группы, использовавшие критерий времени; противоположные результаты были получены при использовании критерия скорости.

Уровни эффективности выполнения задачи для групп 1—4 отражены на рис. 5.5 и 5.6; данные о группах 5—8 показаны на рис. 5.7 и 5.8 (в подписях к рисункам символ *B* обозначает критерий времени, а *K* — критерий координации). Если передача навыков выполнялась по простому критерию, команды быстро приспосабливались к новой ситуации; остаточное влияние ранее использованного критерия было невелико, за исключением критерия скорости у группы 4. Если же передача навыков выполнялась в соответствии со сложным критерием (включающим в себя несовместимые критерии), команды продолжали уделять основное внимание тому аспекту, который подкреплялся предыдущим простым критерием.

Делается это интуитивно: команды оперируют в соответствии с инструкциями, за исключением тех случаев, когда инструкции несовместимы; в таких ситуациях логично акцентировать основное внимание на том аспекте деятельности, с которым в большей мере приходилось иметь дело в прошлом.

Например, группы 7 и 8 обучались по критерию координации, и при передаче навыков они лучше координировали свою деятельность (рис. 5.7). Однако группы 5 и 6, обучавшиеся по критерию времени, превосходили группы 7 и 8 по временным показателям (рис. 5.8.).

Оказалось, что представление командам результатов работы по сложным критериям специальной обратной связи (группы 5 и 7) или посредством общей обратной связи (группы 6 и 8) не приводило к существенным различиям в их деятельности. Например, по координации деятельности (рис. 5.7) группы 5 и 6 несущественно отличались друг от друга в течение всех сеансов навыков, несмотря даже на то, что команды в группе 5 получали дифференцированные оценки за время решения и координацию, в то время как группа 6 получала

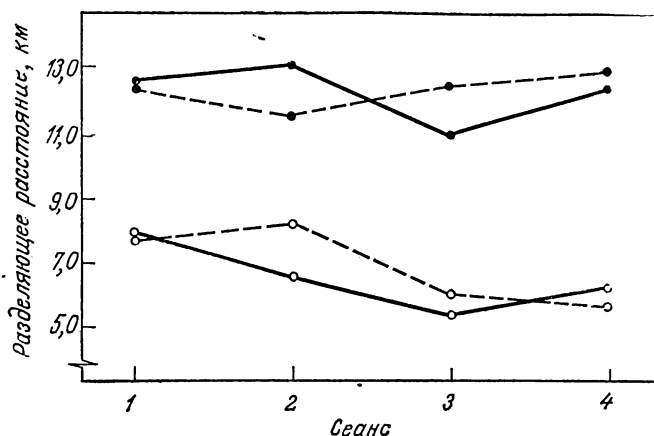


Рис. 5.5. Координация выполнения задачи во время передачи навыков для групп 1—4 (печатается с разрешения из работы Бригса и Джонстона, 1965, пример 139).

○—○ группа 1, обучение (В), передача навыков (К); ●—● группа 2, обучение (В), передача навыков (В); ○—○ группа 3, обучение (К), передача навыков (К); ○—○ группа 4, обучение (К), передача навыков (В).

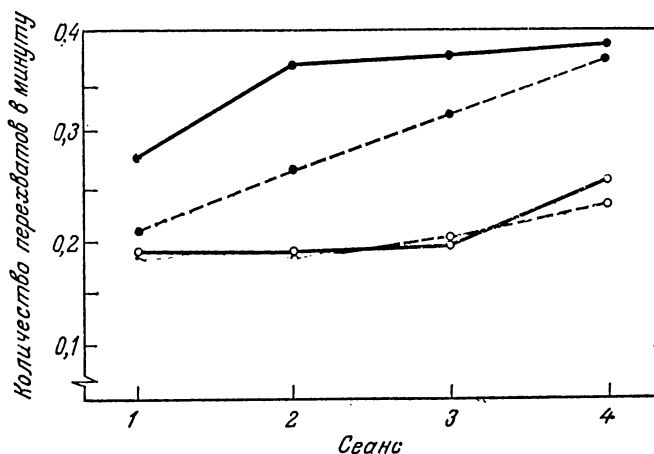


Рис. 5.6. Скорость выполнения задачи во время передачи навыков для групп 1—4 (печатается с разрешения из работы Бригса и Джонстона, 1965, пример 139).

○—○ группа 2, обучение (В), передача навыков (К); ●—● группа 2, обучение (В), передача навыков (В); ○—○ группа 3, обучение (К), передача навыков (К); ●—● группа 4, обучение (К), передача навыков (В).

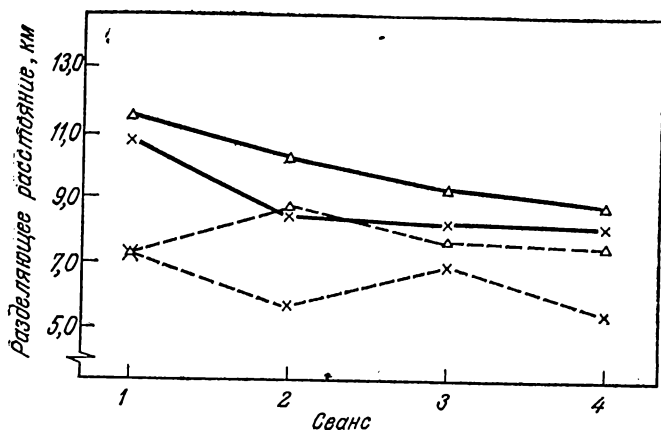


Рис. 5.7. Координация выполнения задачи для групп 5—8 (печатается с разрешения из работы Бригса и Джонстона, 1965, пример 139).

×——× группа 5, обучение (В), передача навыков (К, В); Δ——Δ группа 6, обучение (В), передача навыков (К×В); ×——× группа 7, обучение (К), передача навыков (К, В); Δ——Δ группа 8, обучение (К), передача навыков (К×В).

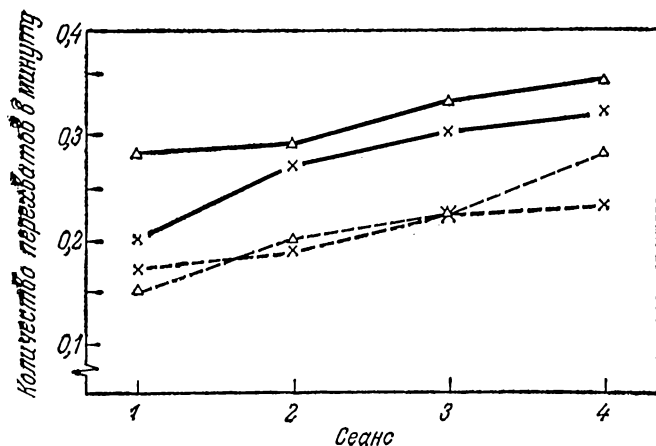


Рис. 5.8. Скорость выполнения задачи для групп 5—8 (печатается с разрешения из работы Бригса и Джонстона, 1965, пример 139).

×——× группа 5, обучение (В), передача навыков (К, В); Δ——Δ группа 6, обучение (В), передача навыков (К×В); ×——× группа 7, обучение (К), передача навыков (К, В); Δ——Δ группа 8, обучение (К), передача навыков (К×В).

○——○ группы 1 и 3, обучение С→В; Δ——Δ группы 2 и 4, обучение С.

лишь одну общую оценку (время, умноженное на разделяющее расстояние).

Выводы. Командное обучение, так же как и индивидуальное, зависит от сложности задачи. Обучение, естественно, проходит легче и эффективность бывает выше при менее сложных задачах. Организация задачи при обучении команды является менее значительной переменной величиной, чем сложность.

Примеры исследований

См. пример 71 в гл. 3.

Выводы. Индивидуальное поощрение на раннем этапе командного обучения компенсирует характерное снижение эффективности деятельности, имеющее место при переходе от индивидуального обучения к командному. Однако это поощрение не сокращает объема необходимой практики.

Примеры исследований

Пример 140. Данное исследование входило в серию экспериментов, в ходе которых испытуемые обучались в условиях оперантных задач вначале в индивидуальном порядке, а потом в составе команд из трех человек. Задача заключалась в оценке длительности стимульных световых сигналов, загоравшихся на панели, и в правильном включении переключателей.

В предыдущих исследованиях из этой серии отмечалось значительное снижение эффективности деятельности членов команды при переходе от индивидуального обучения к командному. Гипотетически это снижение связывалось с уменьшением коэффициента поощрения, наблюдавшимся при изменении условий обучения. В условиях командного обучения очевидно, что отдельные испытуемые поощрялись за свои ответы лишь в ограниченном объеме, поскольку поощрение каждого члена команды зависело от результата деятельности команды в целом; аналогично при последовательной структуре корректно выполняющий свою задачу член команды не поощрялся, если команда в целом работала некорректно (см. также в гл. 6 обсуждение проблемы смешанной обратной связи).

Выдвигалась также гипотеза, состоящая в следующем. Если во время обучения команды входящий в ее состав оператор поощряется в индивидуальном порядке за точность своих ответов (даже если команда в целом действует некорректно), это будет способствовать сохранению уровня квалификации поощряемого оператора, которым последний обладал до вступления в команду.

Экспериментальные результаты показывают что поощрение команды в сочетании с поощрением отдельных ее членов дает более быстрое усвоение навыков, чем одно только поощрение команды. Однако положительный эффект от индивидуального поощрения исчезает, если устраняется дополнительная обратная связь; экспериментальные команды должны были проделать почти столько же сеансов, чтобы достичь уровня, требуемого при практике командного поощрения, сколько и контрольные группы. Общее количество сеансов командного обучения не обусловлено существенным образом условиями эксперимента.

Индивидуальное поощрение в процессе командного обучения приносит плоды лишь в том случае, если такая практика продолжается без ограничений и при этом касается в первую очередь испытуемых, имеющих низкий уровень подготовленности. (Эффект индивидуального поощрения особенно заметен в командах, образованных из людей с низким уровнем подготовленности.)

Выводы. Во время обучения команды, попадающие в весьма неопределенные ситуации для организации операционных процессов и выполнения основных задач, должны иметь возможность действовать, выходя за границы сферы деятельности, обусловленной требованиями системы.

Примеры исследований

Пример 141. Шур и др. [111] использовали группы из пяти человек в коммуникационной сети; задача заключалась в передаче информации в пределах группы, с тем чтобы идентифицировать незамеченный кем-либо из испытуемых объект.

Группы действовали в трех ситуациях. При раздельном планировании группам предоставлялись перерывы в работе, в течение которых испытуемые могли передавать друг другу письменные сообщения, касающиеся, например, организации группы; при единовременном планировании информация, передаваемая во время выполнения командой определенных операций, могла включать в себя как данные о планировании работы, так и специфические характеристики задачи; в ситуации, не допускающей планирования, передавались лишь данным, характеризующие задачу.

При завершении эксперимента все 10 групп раздельного планирования установили у себя иерархическую организацию (см. выше выводы, касающиеся команд с иерархическими структурами), причем подобную организацию приняли лишь две из 10 групп единовременного планирования, но не приняла

ни одна группа, действующая без плана. В соответствии с прогнозом группы раздельного планирования значительно превосходили по эффективности другие группы, в деятельности которых не наблюдалось существенных различий. (См. также [40].) Самоорганизация команд, вероятно, особенно необходима в недетерминированных системах.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМАНДЫ И КОММУНИКАЦИЯ

Поскольку коммуникация представляет собой существенную часть операций, выполняемых командой, исследователи пытаются ответить на следующие вопросы:

1. В какой степени и каким образом (позитивно или негативно) не связанная с задачей коммуникация влияет на деятельность команды?

2. Повышает ли обучение коммуникации, требуемой задачей, эффективность деятельности команды?

Выводы. Не требуемая задачей (нерелевантная) коммуникация оказывает отрицательное воздействие на деятельность команды. Коммуникации внутри команды должны быть сведены до минимума, за исключением тех случаев, когда необходимая информация может быть получена лишь благодаря такой коммуникации.

Примеры исследований

Анализ деятельности оператора в системе противовоздушной обороны [23] показал, что от 3 до 6% активности оператора тратится на разговоры на общие социальные темы, которые в целом не способствуют выполнению задачи, за исключением, может быть, того обстоятельства, что они повышают моральный уровень операторов.

Пример 142. Использовалась описанная в примере 139 задача воздушного перехвата. Первая ситуация была связана со специальным обучением, которое проводилось в условиях внутрикомандной координации, допускающей возможность общения операторов друг с другом; во второй ситуации коммуникация во время обучения не разрешалась. Внутрикомандная коммуникация снижала эффективность деятельности, увеличивая количество передаваемой нерелевантной информации или такой информации, которую можно было легко прочитать непосредственно с устройств отображения информации. Если персоналу разрешалась коммуникация, то он игнорировал предоставленные в его распоряжение устройства отображения информации. Запрет подобной коммуникации в процессе обучения

не уменьшал ее негативного влияния на сеансы передачи навыков. Если команде с более высокой эффективностью деятельности разрешалась коммуникация, то эффективность ее деятельности быстро падала до уровня наименее способной команды.

Выводы. Визуальные методы предъявления информации эффективнее вербальных. Эффективность визуального метода не увеличивается, если дополнительно будут использованы вербальные методы.

Примеры исследований

Пример 143. В еще одном исследовании задачи воздушного перехвата, проведенном в Университете шт. Огайо, команды, включающие двух диспетчеров радиолокационных установок,

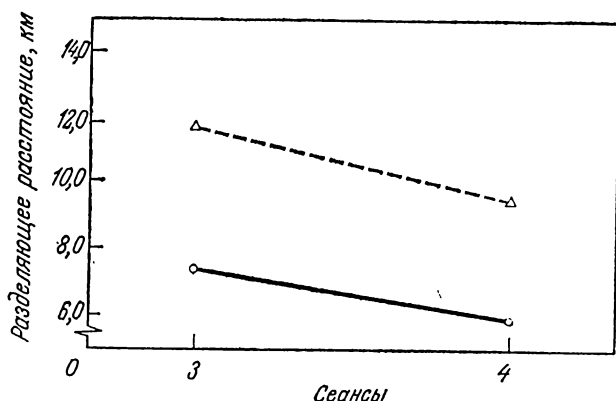


Рис. 5.9. Эффект обучения с применением вербально-визуального (С—В) и вербального (С) каналов (печатается с разрешения из работы Бригса и Джонстона, 1965, пример 143).

○ — ○ группы 1 и 3, обучение С—В; Δ — — Δ группы 2 и 4, обучение С.

обучались и затем тестировались с применением альтернативных информационных каналов: одного вербального (С), одного визуального (В) и комбинации вербального с визуальным (С—В). Рис. 5.9 показывает, что обучение эффективнее в ситуации С—В. Команды, выполняющие задачу передачи навыков в условиях С—В, превосходили по уровню координации (расстояние, разделяющее цель и перехватчик) команды, работавшие в условиях С. Команды, обученные с применением визуальных каналов информации, действовали примерно на том же уровне, что и команды, использовавшие при обучении те и

другие каналы одновременно. Команды, выполнявшие задачу передачи навыков с применением визуального канала (независимо от того, как они были обучены), действовали эффективнее осуществлявших передачу с применением вербального канала. Из этого видно, что превосходство визуального способа предъявления обусловлено отнюдь не ситуацией обучения, а органически свойственно самому каналу. Хотя вербальный канал использовался (и может быть использован) для передачи информации, обладающей сложной организацией, он все же не столь эффективен, как визуальный.

Одной из причин относительной неэффективности вербальной коммуникации может быть неспособность диспетчеров выбирать типы коммуникаций, обеспечивающих повышение эффективности функционирования системы, или ограниченное владение культурой речи, не позволяющее им в полной мере использовать свои знания.

Выводы. Различия в эффективности деятельности являются следствием различий в структуре коммуникации. Эффективность деятельности команды тем выше, чем непосредственнее способы передачи информации, обусловленные структурой коммуникации.

Примеры исследований

Исследования коммуникационных структур (сетей) в малых группах начались с работы пионера в этой области Бейвеласа [8], который пытался выяснить, какое влияние оказывает структура группы на эффективность деятельности. В фокусе исследований, продолживших это начинание, находилось сравнение централизованной (радиальной) и децентрализованной (круговой, или совершенно замкнутой) сетей (см. в гл. 3 более детальное описание ситуаций, связанных с использованием сети). Задачи, при выполнении которых изучались упомянутые выше сети, обычно включали в себя решение проблем. Результаты первых исследований показали, что централизованные сети эффективнее при решении простых проблем, а децентрализованные — при решении сложных.

В весьма обширных исследованиях сетей (итоговые результаты содержатся в работах [36, 109]) нельзя найти удовлетворительного ответа на вопрос, поставленный Бейвеласом, отчасти из-за того, что моделью коммуникационных процессов была искусственная ситуация, созданная в лаборатории, отчасти же из-за того, что в основном эффективность структуры определяется характеристиками задачи. Разница между централизованными и децентрализованными сетями становится менее

значимой, если децентрализованные группы самоорганизуются (часто по радиальному принципу); после установления организации коммуникация в группах во многом напоминает централизованный тип коммуникации и осуществляется почти с такой же скоростью. Если ограничения, накладываемые на коммуникацию, и оказывают воздействие на выполнение задачи в группах, то происходит это косвенным образом, в результате влияния, которое оказывает способность членов группы к самоорганизации, и, возможно, из-за уменьшения количества предложений по организации [40, 41]. В более позднем исследовании основное внимание уделялось малым коммуникационным группам, включенным в более крупные группы. В этом исследовании выдвинуто предположение относительно того, что ответы члена команды зависят не только от занимаемого им места в группе, но и от его отношений с членами других групп в пределах одной и той же организации, т. е. расширенной команды.

Портер и Робертс [93] отметили, что изучение сетей, «насыщенное большим количеством исследовательских работ, прошло свой путь, и на этом пути в последние годы удалось извлечь очень мало по-настоящему новых и волнующих сведений». В этих исследованиях нет данных, касающихся взаимоотношений моделей коммуникации, с одной стороны, и функционирования системы в целом — с другой. Немного мы знаем и о том, насколько коммуникационное поведение высококвалифицированного персонала отличается от поведения персонала с низким уровнем квалификации.

Следующее исследование (аналогичное исследованию, приведенному в примере 48) интересно тем, что в нем выдвинуто предположение о возможности влияния коммуникационных структур на эффективность деятельности.

Пример 144. Летчики, объединенные в группы из трех человек, в лабораторных условиях должны были выполнять задачу, имитирующую операции, выполняемые экипажем самолета. Каждый из испытуемых находился в кабине, что ограничивало прямую коммуникацию. Кабины были оборудованы двумя переключателями. Слайды предоставляли операторам информацию, необходимую им для переключений; последние выполнялись на основании информации, частично получаемой от других операторов. Ошибки операторов фиксировались при четырех типах коммуникационных структур. Изучались следующие структуры коммуникации: а) операторы не имели доступа к информации, необходимой для выполнения операций; следовательно, все четыре источника информации для них становились доступными с помощью других операторов; б) операторы имели доступ лишь к одному источнику информации, а из

трех других источников должны были получать информацию с помощью других операторов; в) существовали два «доступных» и два «недоступных» источника; г) операторы имели прямой доступ к трем источникам информации, а из четвертого источника получали информацию опосредствованно.

Различия в эффективности деятельности были связаны с различиями используемых структур. Чем более непосредственную передачу информации допускала структура, тем лучше действовала команда (см. также пример 52 в гл. 2).

Выводы. Связь изменений в моделях вербальной коммуникации с изменениями эффективности деятельности команды носит скрытый характер. Однако было обнаружено, что обучение командной коммуникации лишь незначительно повышало эффективность.

Примеры исследований

В попытках обнаружить отношения между коммуникационными переменными величинами и эффективностью деятельности команд применялось несколько стратегий исследования. Одна из них заключалась в проведении содержательного анализа коммуникации внутри команды, целью которого было обнаружение переменных величин, коррелирующих с эффективностью деятельности команды. При другой стратегии члены команды предварительно обучались необходимой коммуникации с тем, чтобы определить, повысится ли эффективность деятельности (в результате обучения). В действительности представляют интерес оба типа исследований, поскольку коммуникационные переменные, выявляемые в процессе обучения, сначала должны быть обнаружены с помощью той или иной формы анализа.

Пример 145. В данном исследовании использовался персонал военно-воздушных сил (команды из четырех человек), имитировавший выполнение задания самолетом В-52. Экспериментальная группа большую часть времени обучалась на специальном имитаторе полета; контрольная группа в большей мере занималась индивидуальной подготовкой. По разным параметрам (контроль имитационного полета и выброски воздушного десанта, показатели навигационной точности и точности бомбометания) между группами не обнаружилось реально значимых различий. Возвращаясь к предыдущей теме, можно сказать, что мало что говорит за целесообразность проведения специфически командного обучения в ущерб индивидуальному.

Разный опыт подготовки являлся, однако, причиной коммуникационных различий (см. гл. 3, где была описана разработанная экспериментаторами таксономия коммуникации). Увели-

чение опыта командного обучения сопровождается увеличением количества осознанных сообщений. Если осознанные сообщения свидетельствуют об улучшении координации между членами экипажа, мы можем высказаться за приемлемость процессов командного обучения. Модель коммуникаций отличалась у команд с большим объемом вербального взаимодействия и команд с относительно малым количеством передаваемых сообщений. Коммуникации, необходимость которых для координации внутри команды определялась экспериментаторами на основании соответствующих оценок, были непосредственно связаны с подготовленностью команды. Вывод из исследований, описанных в примере 145, состоит в том, что существуют различия в моделях коммуникаций между командами, но значение этих различий не выяснено.

В более позднем исследовании [112] сопоставлялись внутрикомандные коммуникации экипажей самолетов В-52 и КС-135 в зависимости от опыта экипажей и выбранных разделов задания. В соответствии с выводами примера 145 была выдвинута гипотеза, состоящая в том, что вследствие более низкого уровня координационных навыков коммуникация в менее опытных учебных экипажах должна быть более интенсивной, чем в более опытных боевых экипажах. Однако никаких значительных различий, зависящих от уровня опыта, обнаружено не было.

Проводилось также наблюдение за сравнимыми коммуникационными несовместимостями в экипажах армейских вертолетов, летающих на крайне низких высотах [30, 103]. Экипаж состоял из пилота и штурмана. Штурман обеспечивал пилота сведениями об особо значимых пунктах земного рельефа и давал ему рекомендации относительно того, где делать поворот и в каком направлении лететь. Поскольку условия задачи обладали большой неопределенностью (использовались незначительные сигналы), можно только предположить, что чем больше информации передавал штурман пилоту, тем эффективнее был полет. У штурманов наблюдались большие различия в объеме коммуникаций (одни молчали в течение долгих периодов, другие постоянно вступали в коммуникации), однако эти различия не коррелировали со значительными различиями в эффективности выполнения задачи.

Пример 146. Проанализировав коммуникации, осуществляемые в процессе деятельности экипажей вертолетов, состоящих из трех человек, исследователи разработали перечень коммуникационных категорий, отличающийся большей конкретностью от предложенного в примере 145. Одна из рассматриваемых гипотез заключалась в том, что на фазах выполнения задания, когда неопределенность становится максимальной, объем коммуникаций растет, обеспечивая снижение степени неопределен-

ности и разработку плана действий. Но поскольку неопределенность уменьшается по мере вынесения оценки ситуациям, складывающимся при выполнении задачи, приемлемый план действий становится все более очевидным, и командир команды на этом основании может накладывать определенные ограничения на использование коммуникационных каналов. Обе гипотезы представляются разумными; к сожалению, лишь две коммуникационные категории из 26, разработанных в соответствии с этими концепциями, в значительной степени коррелируют с эффективностью деятельности команды.

Пример 147. В данном исследовании для изучения коммуникационного поведения снова, как и в примере 146, участвовали команды вертолетов, приданные войскам противолодочной обороны. Основываясь на содержательном анализе командных коммуникаций и при использовании 27 категорий, описанных в примере 146, с помощью методов факторного анализа удалось выделить три фактора. 16-часовой курс обучения, основанный на трех факторах, включал в себя групповую дискуссию учащихся, в ходе которой обсуждалось коммуникационное поведение других учащихся, имитировавших выполнение заданий на вылеты.

В обучении участвовало шестнадцать экипажей из двух человек. Критерии, применявшиеся для оценки эффективности курсов коммуникационного обучения, были представлены 1) количеством удачных атак на одну из двух подводных лодок, 2) долей попаданий в процентах независимо от количества атакованных подводных лодок и 3) отклонением попаданий от цели при промахах. В табл. 5.5 сравниваются 16 обученных и 16 необученных экипажей по трем критериям.

Хотя по всем параметрам опережали обученные испытуемые, различия не были статистически значимыми. Выяснилось,

Таблица 5.5

**Влияние коммуникационного обучения на
эффективность деятельности¹⁾**

Критерий	Обученные	Необученные
Процент экипажей, удачно атаковавших подводные лодки	88	69
Процент попаданий	75	69
Отклонение попаданий от цели, м	364	1092

¹⁾ Из работы Зигеля и Федермана, 1973, пример 147.

что обученные группы чаще вступали в коммуникации в течение одного и того же периода времени.

Уиллигес и др. [123] обнаружили, что результаты вербального обучения не переносятся на ситуацию оценки и не оказывают значительного влияния на деятельность команды.

Пример 148. Внутриккомандные коммуникации анализировались на материале той же серии задач по воздушному захвату, о которых шла речь в примерах 75, 133, 139, 142 и 143. Различия в объеме и типе коммуникаций отмечались в ходе разных сеансов обучения и передачи навыков. Команды модифицировали коммуникацию при изменении требований задания. Например, в условиях временного стресса коммуникация внутри команды наблюдалась реже, и сокращение сообщений ограничивалось объективными данными, что выглядит вполне логично и представляет собой один из механизмов, описанных в гл. 2, где обсуждалась работа операторов в условиях перегрузки. Команды, переходящие от условий обучения к различным «операционным условиям», проявляли сдержанность в смене моделей коммуникаций. Если требования становились менее строгими, то команды быстро ослабляли дисциплину коммуникации.

Соотношение между коммуникационными переменными величинами и эффективностью деятельности команд, согласно данным пяти исследований, описанных в примере 148, оказалось негативным. Обнаружилось не только мало существенных корреляций между коммуникационными категориями и эффективностью деятельности, но также и то, что эти корреляции часто имели негативный характер (который соответствует предыдущим заключениям относительно взаимодействия персонала, снижающего — в основном вследствие коммуникаций — эффективность функционирования системы).

Бригс и Джонстон [15] на основе своих исследований, приводимых в примере 148, делают следующие заключения:

1. Объем коммуникаций уменьшается в результате обучения; модели сообщений изменяются в зависимости от характеристик обучения и характеристик задачи.

2. Коммуникации между членами команды обладают следующими характеристиками:

- а) один тип сообщений отражает попытки уменьшить неопределенность на входе системы (см. гипотезы, предложенные в примере 146);

- б) второй тип сообщений отражает попытки оценить уже известное — этап, предшествующий формулированию альтернативных планов действий;

в) основываясь на оценке данных, следующий тип сообщений характеризует возможные планы действий;

г) после того как план действий определен, четвертый тип сообщений (команд) используется после завершения действий.

3. Временный стресс приводит к сокращению коммуникаций. В условиях временного стресса модель командной коммуникации включает в себя больше сообщений, содержащих информацию об объективных данных, чем сообщений тактического, оценочного характера или высказанных мнений. Противоположным образом складывается коммуникация в том случае, когда команды действуют в условиях нависшего временного стресса и когда они имеют благоприятные условия для развития высококоординированной деятельности. Следовательно, временный стресс укрепляет коммуникационную дисциплину. Хотя команды поддерживают дисциплину при переходе от условий высокого временного стресса к низкому, взаимодействия между членами команды, поощряемые в условиях низкого временного стресса, сохраняются и тогда, когда этот стресс растет. Поэтому инструкторы должны в процессе обучения и в промежутках между занятиями воспитывать у учащихся больше самодисциплины и самоконтроля во время нарастания стресса.

4. Доступность информационных каналов системы заметно влияет на содержание коммуникации. Члены команды могут использовать менее эффективные, вербальные каналы для передачи объектной информации, если технические каналы (как, например, дисплеи радаров) частично вышли из строя. Особенно в командах, обладающих небольшими способностями, передача объектной информации может осуществляться в объеме, исключающем необходимость использования других типов сообщений. Передача объективных данных может заканчиваться сама по себе (особенно в малоквалифицированных командах) в результате прекращения передачи сообщений, необходимых для использования этих данных.

5. Объем и содержание коммуникаций между членами команды можно проконтролировать с помощью непосредственной обратной связи, поощряющей один тип сообщений и подавляющей другой. Однако обратная связь может оказывать на деятельность необычное влияние; нет ясных выводов относительно целесообразности специального обучения вербальной коммуникации. Приобретение навыков коммуникации представляет собой довольно долгий процесс, несмотря на огромный объем обучения.

6. В целом лабораторные исследования внутрикомандной коммуникации показали, что чем меньше взаимодействия между операторами, тем лучше.

УСТАНОВКИ И МОТИВАЦИЯ

Разумно предположить, что, как и отдельный оператор, команда действует более или менее мотивированно и эта мотивация в том и другом случае влияет на эффективность работы системы. Поэтому для более полного описания того, что нам известно о системе «человек — машина», необходимо рассмотреть и мотивационные переменные.

К сожалению, в большей части исследований проблем мотивации описывается индивид (отличный от оператора или многооператорной системы «человек — машина»), и это описание относится скорее к группам как таковым, чем к ориентированным на выполнение задачи командам. Даже если предметом исследования становятся операторы, в основном работающие в производственных цехах, среди рассматриваемых параметров основное внимание уделяется чувству удовлетворенности работой. Оно может влиять на эффективность работы системы (особенно в недетерминированных системах), но невозможно определить, как именно, поскольку степень удовлетворенности работой почти никогда не соотносится с эффективностью. В одном из немногочисленных исследований [11] автор пытался определить связь между установками экипажа самолета и эффективностью боевой деятельности. Взаимоотношения, выявленные в данном исследовании, трудно интерпретировать. Многие из исследованных переменных носят весьма тонкий характер, и им трудно дать операционное определение, по крайней мере в терминах сферы реальной практики (например, групповая атмосфера, описанная в работе [32]).

Чтобы не заниматься бесцельным теоретизированием, автор предпочитает не делать вообще никаких выводов. Однако некоторые гипотезы (но лишь гипотезы!) все-таки можно предположить, а именно:

1. Влияние мотивации оператора и (или) команды на эффективность работы системы максимально в недетерминированных системах и при выполнении таких задач, когда операторы ничем не ограничены при определении результатов своей деятельности. Влияние мотивации связано с изменением целей операторов, которые в свою очередь оказывают воздействие на производительность (количество) и качество.

2. Влияние мотивации обычно уступает влиянию других, более структурированных переменных величин системы, таких, как характер задачи.

Данная тема изучается в исследованиях, проводимых в «новой» области организационного развития (например, [33, 49

86]), в которой подчеркивается важная роль удовлетворенности работой и мотивации в промышленных организациях.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. При выполнении задач, связанных с решением проблем, эффективность групповой деятельности бывает обычно выше индивидуальной, хотя группы могут оказаться экономически неэффективными вследствие необходимости увеличения численности участков работы.

2. Превосходство групповой деятельности при выполнении таких задач в первую очередь проявляется в очень малых группах (т. е. при переходе от индивидуальной деятельности к группам из двух человек). Группы большего размера не всегда действуют значительно лучше, чем группы из двух человек.

3. Включение дополнительного наблюдателя в группу, занимающуюся контролем, повышает эффективность обнаружения, если оба контролера действуют независимо друг от друга. Команды, выполняющие задачи контроля, используют разные стратегии для организации своей деятельности, но лишь немногие из них оказываются оптимальными.

4. В промышленных системах обнаруживается нелинейная зависимость между численностью организации, эффективностью производства и качеством труда. Численность организации тесным образом связана с количеством невыходов на работу.

5. Состав оказывает значительное влияние на поведение команды; однако его влияние на командную деятельность не столь очевидно.

6. Лишь незначительное снижение эффективности является результатом текучести, если (в данное время) заменяется лишь один человек, а новый член команды столь же квалифицирован, как и заменяемый. Это снижение, однако, растет, если заменяются и другие члены команды.

7. Достаточно очевидно, что интеллект и личные особенности оператора влияют на эффективность деятельности команды; возможно, в основном это относится к поведению лидера.

8. Изменения эффективности команды лишь частично определяются различиями в эффективности индивидуальной деятельности операторов.

9. Различия в результатах командного обучения могут существенно зависеть от предварительной подготовленности отдельных индивидов, вступающих в команду.

10. Организация команды частично определяет эффективность ее деятельности. Команды способны адаптироваться к разным нагрузкам системы. Иерархическая структура команды

обладает рядом преимуществ, которые не могут быть обеспечены строго последовательной структурой. Эффективность деятельности при последовательной структуре команды определяется слабым звеном в цепи, и появление перегрузок в этой ситуации вполне реально.

11. Эффективность командного обучения отчасти зависит от типа организации, в соответствии с которым проводится обучение команды.

12. Ограничивающим фактором в работе команды с высоко-недетерминированной организацией является трудность, испытываемая членами команды в попытках самоорганизоваться для поиска путей решения поставленной задачи. Деятельность групп, выполняющих задачи по обработке информации, также ограничена трудностью, связанной со сбором и передачей информации из различных источников.

13. Эффективность организации команды меняется в зависимости от характеристик задачи.

14. Эффективность функционирования системы обычно выше, если задачи распределены между членами команды.

15. Весьма желательно, чтобы процессы, протекающие в системе, обладали достаточной гибкостью; однако в непредвиденных ситуациях предпочтителен более ограниченный набор альтернативных решений.

16. И в обучении, и в реальной деятельности независимость (отсутствие взаимодействия) операторов в высшей степени желательна. Взаимодействие на уровне входа в систему или выхода из нее отвлекает оператора от выполнения специфических обязанностей, непосредственно связанных с задачей.

17. Однако независимость членов команды не должна достигаться за счет перегрузки отдельных операторов. Для эффективной деятельности команды необходимы как функциональная независимость, так и сбалансированность нагрузки.

18. Чрезмерное увеличение численности команды может иметь как положительные, так и отрицательные результаты.

19. Командное обучение обладает некоторыми характеристиками индивидуального обучения. Однако индивидуальное обучение превосходит по эффективности командное по крайней мере при решении простых или умеренно сложных задач. Обучение команды в отношении достигаемых результатов представляется неэффективным по сравнению с индивидуальным обучением.

20. Высокая точность моделируемых условий обучения является важным фактором при операционном выполнении задачи. Точность на входе в систему имеет более существенное значение, чем точность на выходе из нее.

21. Индивидуальное поощрение на раннем этапе обучения компенсирует характерные потери в подготовленности, которые

имеют место на начальном этапе перехода от индивидуального обучения к командному. Однако оно не снижает общего объема необходимого командного обучения. Во время обучения, особенно в весьма неопределенных ситуациях, команды должны иметь возможность вырабатывать операционные принципы.

22. Операторы максимальное внимание уделяют той стороне деятельности, информацию о которой они получают с помощью специфической обратной связи даже за счет других характеристик деятельности команды. Команды, меняющие критерии обратной связи, регулируют свою деятельность, чтобы интенсифицировать тот вид деятельности, с которым в данное время устанавливается обратная связь. Но если происходит переход от простых критериев (обратной связи) к смешанным, команды продолжают уделять основное внимание тому единственному критерию, в соответствии с которым прежние результаты их деятельности были выше.

23. Осуществляемые в процессе деятельности внутрикомандные коммуникации, не связанные с выполнением задачи, снижают эффективность деятельности. Взаимодействие между операторами должно быть сведено до минимума.

24. Визуальные методы информационной коммуникации внутри команд превосходят вербальные методы. Добавление к уже существующему визуальному каналу вербального не приводит к повышению эффективности деятельности.

25. Различия в эффективности деятельности являются следствием различий в структуре коммуникаций. Чем более прямую передачу информации позволяет осуществлять коммуникационная структура, тем лучше.

26. Вариации коммуникационных моделей соотносятся с изменением эффективности деятельности, но не всегда. Обучение командной коммуникации не дает значительного увеличения эффективности деятельности.

27. Объем информации о влиянии мотивации или других установочных переменных на эффективность деятельности команды недостаточен для того, чтобы можно было делать серьезные выводы.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ

Большинство предлагаемых здесь рекомендаций принадлежат Бригсу и Джонстону [15] и относятся в первую очередь к организации процесса обучения операторов будущих систем.

1. При разработке системы создавать иерархическую структуру с определенной степенью централизации. Развивать параллельные подсистемы; избегать последовательных структур.

2. В больших системах избегать создания слишком многочисленных команд.

3. Насколько позволяет задание, при разработке системы не следует создавать условий, допускающих возможность взаимодействия членов команды, в особенности таких, которые требуют вербальной коммуникации. В целях обеспечения коммуникаций отдавать предпочтение визуальным средствам отображения информации перед вербальными каналами.

4. При разработке операционных процессов как можно больше внимания уделять гибкости процессов, протекающих в системе.

5. При разработке программы обучения оператора и (или) команды особое внимание следует уделять нижеперечисленным условиям:

а) индивидуальное обучение предпочтительнее взаимозависимого (специфически командного), за исключением тех случаев, когда необходимо обучение специальным процессам по координации;

б) особое внимание уделять точности (близости к условиям реальной обстановки) обучения поведению в операционных ситуациях, сосредоточиваясь при этом на точности входных данных;

в) насколько возможно, обеспечивать непосредственную индивидуальную обратную связь;

г) после учебных сеансов проводить краткие обсуждения, на которых команды должны анализировать альтернативные способы организации задачи;

д) при обучении основное внимание уделять тем критериям, которые в операционной ситуации определяют успех или неудачу;

е) формировать команды из операторов, достигших самого высокого уровня квалификации перед началом командного обучения.

6. При выполнении системных операций не сосредоточивать внимание на достижении умеренного уровня текучести кадров. Необходимо, однако, гарантировать, чтобы новые члены команды были обучены по меньшей мере на том же уровне, на каком находится команда, в которой происходит замена.

7. В недетерминированных системах, где необходимо использовать команды, больший успех достигается командами, структура которых обеспечивается в соответствии с принципами проекта, а не командами, составленными на основе специализации их членов.

8. Включение в команду, действующую в ситуации контроля, дополнительного наблюдателя часто значительно увеличивает

эффективность контроля. Однако эта мера применима исключительно в ситуации контроля; вообще говоря, включение в команду более одного наблюдателя обычно не оправдывается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Acton Society Trust, Size and Morale, London, 1953.
2. Adam E. E., An Analysis of Changes in Performance Quality with Operant Conditioning Procedures, *J. Appl. Psychol.*, 56, 480—486 (1972).
3. Adams S., Status Congruency as a Variable in Small Group Performance, *Social Forces*, 32, 16—22 (1953).
4. Anderson L. R., Small Group Behavior, in S. Seashore and R. McNeil (Eds.), *The Management of Crisis: Metropolitan Government and the Behavioral Sciences*, Free Press, New York, 204—256, 1970.
5. Argyle M. et al., Supervisory Methods Related to Productivity, Absenteeism and Labor Turnover, *Hum. Relat.*, 11, 23—40 (1958).
6. Baloff N., Becker S. W., A Model of Group Adaptation to Problem-Solving Tasks, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 3, 217—238 (1968).
7. Baumgartel H., Sobol R., Background and Organizational Factors in Absenteeism, *Pers. Psychol.*, 12, 431—443 (1959).
8. Bavelas A., Communication Patterns in Task Oriented Groups, *J. Acoust. Soc. Am.*, 22, 725—730 (1950).
9. Behan R. A., An Experimental Investigation of the Interaction Between Problem Load and Level of Training, *Hum. Factors*, 3, 53—59 (1961).
10. Bergum B. O., Lehr O. J., Vigilance Performance as a Function of Paired Monitoring, *J. Appl. Psychol.*, 46, 341—343 (1962).
11. Berkowitz L., Group Norms Among Bomber Crews: Patterns of Perceived Crew Attitudes, «Actual» Crew Attitudes, and Crew Liking Related to Aircrew Effectiveness in Far Eastern Combat, *Sociometry*, 19, 141—153 1956.
12. Berry P. C., An Exploration of the Interrelation Among Some Non-Intellectual Predictors of Achievement in Problem Solving, Technical Report, Contract Nonr 609-20, Dept. of Psychology, Yale University, New Haven, Conn., 1958.
13. Briggs G. E., Johnston W. A., Team Training Research, Report NAVTRADEVCEEN 1327-2, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., November 1965 (AD 477-963).
14. Briggs G. E., Johnston W. A., Stimulus and Response Fidelity in Team Training, *J. Appl. Psychol.*, 50, 114—117, (1966).
15. Briggs G. E., Johnston W. A., Team Training, Report NAVTRADEVCEEN 1327-4, Naval Training Device Center, Orlando, Fla., June 1967 (AD 660-019).
16. Briggs G. E., Naylor J. C., Experiments on Team Training in a CIC-type Task Environment, Report NAVTRADEVCEEN 1327-1, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., June 1964 (AD 608-309).
17. Briggs G. E., Wiener E. L., Influence of Time Sharing and Control Loading on Transfer of Training, *J. Appl. Psychol.*, 50, 201—203 (1966).
18. Campbell J. P., Individual Versus Group Problem Solving in an Industrial Sample, *J. Appl. Psychol.*, 52, 205—210 (1968).
19. Clement D. E., Group Performance in a Visual Signal-Detection Task, *Hum. Factors*, 15, 43—52 (1973).
20. Clement D. E., Schiereck J. J., Sex Composition and Group Performance in a Visual Signal Detection Task, *Mem. Cognition*, 1, 251—255 (1973).
21. Cohen A. M., et al., The Effects of Changes in Communications Networks

- on the Behaviors of Problem-Solving Groups, *Sociometry*, 25, 177—196 (1962).
22. Cohen A. M. et al., Experiments in Organizational Embeddedness, *Adm. Sci. Q.*, 14, 208—221 (1969).
 23. Cohen J. D., McKelvey R. K., The Behavior of Individuals and Personnel Systems in the Surveillance Functions of an Air Defense Direction Center. III. Distribution of Responses with Respect to Job Functions. Report AFPTRC-TR-54-100, Crew Research Lab., Air Force Personnel and Training Research Center, Randolph AFB, Texas, December 1954 (AD 64482).
 24. Davis J. H., Group Decision and Social Interaction: A Theory of Social Decision Schemes, *Psychol. Rev.*, 80, 97—125 (1973).
 25. Davis J. H., Group Performance, Reading, Addison-Wesley Mass., 1969.
 26. Davis J. H., Restle F., The Analysis of Problems and Predictions of Group Problem Solving, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 66, 103—116 (1963).
 27. Dunnette M. D. et al., The Effect of Group Participation on Brainstorming Effectiveness for Two Industrial Samples, *J. Appl. Psychol.*, 47, 30—37 (1963).
 28. Egerman K. et al., Increasing Team Proficiency Through Training. 3. Deleterious Effects of Reinforcement in Teams with Redundant Members, Technical Report AIR-B64-6/62-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, June 1962 (AD 276-428).
 29. Faust W. L., Group Versus Individual Problem Solving, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 59, 68—72 (1959).
 30. Fineberg M. L., Navigation and Flight Proficiency Under Nap of the Earth Conditions as a Function of Aviator Training and Experience, Proceedings, Human Factors Society Meeting, 249—254, October 1974.
 31. Fox D. J., Lorge I., The Relative Quality of Decisions Written by Individuals and by Groups as the Available Time for Problem Solving is Increased, *J. Soc. Psychol.*, 57, 227—242 (1962).
 32. Frank F., Anderson L. R., Effects of Task and Group Size upon Group Productivity and Member Satisfaction, *Sociometry*, 34, 135—149 (1971).
 33. Friedlander F., Brown L. D., Organization Development, *Ann. Rev. Psychol.*, 25, 313—341 (1974).
 34. Gibb J. R., The Effects of Group Size and of Threat Reduction Upon Creativity in a Problem-Solving Situation, *Am. Psychol.*, 6, 324 (краткое изложение) (1951).
 35. Glanzer M., Glaser R., A Review of Team Training Problems, Technical Report Contract N7onr-37008, American Institute for Research, Pittsburgh, September 1955.
 36. Glanzer M., Glaser R., Techniques for the Study of Group Structure and Behavior: II. Empirical Studies of the Effects of Structure in Small Groups, *Psychol. Bull.*, 58, 1—27 (1961).
 37. Glaser R. et al., A Study of Some Dimensions of Team Performance, Tech. Rpt. Contract N7onr-37008, American Institute for Research, Pittsburgh, September 1955.
 38. Glaser R. et al., Increasing Team Proficiency Through Training. 2. The Acquisition and Extinction of a Team Response, Technical Report AIR-B64-5/62-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1962 (AD 276-429).
 39. Greer F. L. et al., Interpersonal Knowledge and Individual and Group Effectiveness, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 49, 411—414 (1954).
 40. Guetzkow H., Dill W., Factors in the Organizational Development of Task Oriented Groups, *Sociometry*, 20, 175—204 (1957).
 41. Guetzkow H., Simon H., The Impact of Certain Communication Nets upon Organization and Performance in Task-Oriented Groups, *Manage. Sci.*, 1, 233—250 (1955).

42. Hackman J. R., Morris C. G., Group Tasks, Group Interaction Process, and Group Performance Effectiveness. A Review and Proposed Integration, Technical Report 7, School of Organization and Management, Yale University, 1974. Будет опубликовано в книге: Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Academic Press, New York.
43. Hall E. J. et al., Group Problem Solving Effectiveness Under Conditions of Pooling vs. Interaction, *J. Soc. Psychol.*, 59, 147—157 (1963).
44. Havron M. D. et al., The Effectiveness of Small Military Units, Personnel Research Section Report № 980, Adjutant Generals' Office, Washington, D. C., 1952.
45. Havron M. D., McGrath J. E., The Contribution of the Leader to the Effectiveness of Small Military Groups, in L. Petruccio, B. M. Bass (Eds.), *Leadership and Interpersonal Behavior*, New York, Holt, Rinehart & Winston, 1961.
46. Haythorn W. W., The Composition of Groups: A Review of the Literature, *Acta Psychol.*, 28, 97—128 (1968).
47. Heise G. A., Miller G. A., Problem Solving by Small Groups Using Various Communication Nets, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 46, 327—336 (1951).
48. Hewitt D., Parfitt J., A Note Working Morale and Size of Group, *Occup. Psychol.*, 27, 38—42 (1953).
49. Hinrichs J. R., Psychology of Men at Work, *Ann. Rev., Psychol.*, 21, 519—554 (1970).
50. Hoffman L. R., Similarity of Personality: A Basis for Interpersonal Attraction, *Sociometry*, 21, 300—308 (1955).
51. Hoffman L. R., Homogeneity of Member Personality and Its Effects on Group Problem-Solving, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 58, 27—32 (1959).
52. Hoffman L. R., Maier N. R. F., Quality and Acceptance of Problem Solutions by Members of Homogeneous and Heterogeneous Groups, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 62, 401—407 (1961).
53. Hoffman L. R., Maier N. R. F., An Experimental Re-Examination of the Similarity-Attraction Hypothesis, *J. Pers. Soc. Psychol.*, 3, 145—152 (1966).
54. Hoffman L. R., Smith C. G., Some Factors Affecting the Behavior of Members of Problem-Solving Groups, *Sociometry*, 23, 273—291 (1960).
55. Hornseth J. P., Davis J. H., Individual and Two-Man Team Target Finding Performance, *Hum. Factors*, 9, 39—43 (1967).
56. Horrocks J. E. et al., Team Training II: Individual Learning and Team Performance, Report NAVTRADEVCEEN 198-2, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1960 (AD 247—147).
57. Horrocks J. E. et al., Team Training III: An Approach to Optimum Methods and Procedures, Report NAVTRADEVCEEN 198-3, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1961 (AD 267-666).
58. Howell W. C. et al., System Performance Following Radar Failure in a Simulated Air Traffic Control Situation, Report WADC-TR-59-573, Wright Air Development Center, Wright Patterson ABF, Ohio, September 1959 (AD 234-011).
59. Husband R. W., Cooperative Versus Solitary Problem Solution, *J. Soc. Psychol.*, 11, 405—409 (1940).
60. Indik B. P., Some Effects of Organization Size on Member Attitudes and Behavior, *Hum. Relat.*, 16, 369—384 (1963).
61. Indik B., Seashore S., Effects of Organization Size on Member Attitudes and Behavior, Survey Research Center of the Institute for Social Research, University of Michigan, Ann Arbor, 1961.
62. Ingham G., Size of Industrial Organization and Worker Behavior, Cambridge: Cambridge University Press, 1970.

63. Jones M. B., Regressing Group on Individual Effectiveness, *Organ Behav. Hum. Performance*, **11**, 426—451 (1974).
64. Kerr W. A. et al., Absenteeism, Turnover and Morale in a Metals Fabrication Factory, *Occup. Psychol.*, **25**, 50—55 (1951).
65. Kidd J. S., Social Influence Phenomena in a Task-Oriented Group Situation, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, **56**, 13—17 (1958).
66. Kidd J. S., A Summary of Research Methods, Operator Characteristics, and System Design Specifications Based on the Study of a Simulated Radar Air Traffic Control System, Report WADC-TR-59-236, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, July 1959 (AD 235-126).
67. Kidd J. S., A Comparison of One-, Two- and Three-Man Work Units Under Various Conditions of Work Load, *J. Appl. Psychol.*, **45**, 195—200 (1961).
68. Kidd J. S., Hooper J. J., Division of Responsibility Between Two Controllers and Load Balancing Flexibility in a Radar Approach Control Team, Report WADC-TR-58-473, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1959 (AD 214-616).
69. Kidd J. S., Kinkade R. G., Operator Changeover Effects in a Complex Task, WADC 59-235, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, August 1959 (см. также: *J. Engin. Psychol.*, **1**, 82—91 (1962)).
70. Kinkade R. G., Kidd J. S., The Effect of Team Size and Intermember Communication of Decision-Making Performance, Report WADC-TR-58-474, Wright Air Development Center, Wright-Patterson, AFB, Ohio April 1959 (AD 215-621).
71. Klaus D. J., Glaser R. Increasing Team Proficiency Through Training, 5. Team Learning as a Function of Member Learning Characteristics and Practice Conditions, Report AIR-E1-4/65-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1968 (AD 471-469).
72. Klaus D. J., Glaser R., Increasing Team Proficiency Through Training, 8. Final Summary Report, Report AIR-E1-6/68-TR, American Institutes for Research, Pittsburgh, May 1968 (AD 669-688).
73. Leavitt H. J., Some Effects of Certain Communication Patterns on Group Performance, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, **46**, 38—50 (1951).
74. Lefkowitz J., Effect of Training on the Productivity and Tenure of Sewing Machine Operators, *J. Appl. Psychol.*, **54**, 81—86 (1970).
75. Lorge I., Solomon H., Two Models of Group Behavior in the Solution of Eureka-Type Problems, *Psychometrika*, **20**, 139—148 (1955).
76. Lorge I. et al., Solutions by Teams and by Individuals to a Field Problem at Different Levels of Reality, *J. Educ. Psychol.*, **46**, 17—24 (1955).
77. Lorge I. et al., A Survey of Studies Contrasting the Quality of Group Performance and Individual Performance, 1920—1957, *Psychol. Bull.*, **55**, 337—373 (1958).
78. Lorge I. et al., Evaluation of Decision Written by ad Hoc Groups and Simulated Commanders, in A. H. Rebenstein, C. J. Haberstroh (Eds.), *Some Theories of Organization*, Irwin, Homewood, Ill., 1960, 448—451.
79. Luce R. D. et al., Information Flow in Task-Oriented Groups, Technical Report 264, Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass, August 1953.
80. Mandell M., *Recruiting and Selection Office Employees*, New York: American Management Association, 1956.
81. Marquardt D. I., Group Problem Solving, *J. Soc. Psychol.*, **41**, 103—113 (1955).
82. McGrath J. E., Altman I., *Small Group Research*, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1966.
83. Meadow A. et al., Influence of Brainstorming Instructions and Problem Sequence on a Creative Problem-Solving Test, *J. Appl. Psychol.*, **43**, 413—416 (1959).

84. Meister D. A. Critical Review of Human Performance Reliability Predictive Methods, *IEEE Trans. Reliab.*, R-22, 116—123, 1973.
85. Metzner H., Mann F., Employee Attitudes and Absences, *Pers. Psychol.*, 6, 467—485 (1953).
86. Miner J. N., Dachler H. P., Personnel Attitudes and Motivation, *Ann. Rev. Psychol.*, 24, 379—402 (1973).
87. Mohanna A. I., Argyle M. A., A Cross-Cultural Study of Structured Groups with Unpopular Central Members, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 60, 139—140 (1960).
88. Murphy G., Newcomb T. M., *Experimental Social Psychology*, Harper & Row, New York, 1937.
89. O'Brien G. E., Owens A. G., Effects of Organizational Structure on Correlations Between Member Abilities and Group Productivity, *J. Appl. Psychol.*, 53, 525—530 (1969).
90. Osborn A. F., *Applied Imagination*, Scribner's New York, 1957.
91. Pelz D. C., Some Social Factors Related to Performance in a Research Organization, *Adm. Sci. Q.*, 1, 310—325 (1956).
92. Porter L. W., Lawler E. E., Properties of Organization Structure in Relation to Job Attitudes and Job Behavior, *Psychol. Bull.*, 64, 23—51 (1965).
93. Porter L. W., Roberts K. H., Communication in Organizations, Technical Report 12, Contract N00014-69-A-0200-9001, University of California, Irvine, July 1972, (см. также: M. D. Dunnette (Ed.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, Rand McNally, Skokie, Ill., 1973).
94. Porter L. W., Steers R. M., Organizational, Work, and Personal Factors in Employee Turnover and Absenteeism, *Psychol. Bull.*, 80, 151—176 (1973).
95. Revans R. W., Human Relations, Management and Size, из книги: Hugh-Jones E. M. (Ed.), *Human Relations and Modern Management*, North Holland, Amsterdam, 177—220, 1958.
96. Roby T. B., Lanzetta J. T., An Investigation of Task Performance as a Function of Certain Aspects of Work-Group Structure, Report AFPTRC-TN-56-74, Air Force Personnel and Training Research Center, Lackland AFB, Texas, June 1956 (AD 109-174).
97. Roby T. B., Lanzetta J. T., A Replication Study of Work Group Structure and Task Performance, Report AFPTRC-TN-57-85, Air Force Personnel Training and Research Center, Lackland AFB, Texas, June 1957 (AD 134-205).
98. Roby T. B., Lanzetta J. T., Conflicting Principles in Man-Machine System Design, *J. Appl. Psychol.*, 41, 170—178 (1957).
99. Rohge K. J., Theoretical and Experimental Analysis of Leadership Ability, *Psychol. Rep.*, 4, 243—278 (1958).
100. Rosenberg S., Hall R. L., The Effects of Different Social Feedback Conditions upon Performance in Dyadic Teams, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 57, 271—277 (1958).
101. Rosenberg S. et al., Some Effects of Varying Combinations of Group Members on Group Performance Measures and Leadership Behaviors, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 51, 195—203 (1955).
102. Rotter G. S., Portugal S. M., Group and Individual Effects in Problem Solving, *J. Appl. Psychol.*, 53, 338—341 (1969).
103. Sanders M. G. et al., Communication During Terrain Flight, Report 75-13, US Army Aeromedical Research Laboratory, Ft. Rucker, Al., March 1975 (AD A009336).
104. Schafer T. H., Detection of a Signal by Several Observers, Research Report 101, U. S. Navy Electronics Laboratory, San Diego, Calif., 1949.
105. Schoner B. et al., Quality of Decisions: Individuals Versus Real and Synthetic Group, *J. Appl. Psychol.*, 59, 424—432 (1974).

106. Shaw M. E., A Comparison of Individuals and Small Groups in the Rational Solution of Complex Problems, *Am. J. Psychol.*, 44, 491—504 (1932).
107. Shaw M. E., Some Effects of Problem Complexity upon Problem Solution Efficiency in Different Communication Nets, *J. Exp. Psychol.*, 48, 211—217 (1954).
108. Shaw M. E. Acceptance of Authority, Group Structure, and the Effectiveness of Small Groups, *J. Pers.*, 27, 196—210 (1959).
109. Shaw M. E., Communication Network, in L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Academic Press, New York: 111—147, 1964.
110. Short J. G. et al., Increasing Team Proficiency Through Training, 7, The Simulation of Team Environments, Report AIR-EI-5/68-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1968 (AD 669—687).
111. Shure G. H. et al., Group Planning and Task Effectiveness, *Sociometry*, 25, 263—282 (1962).
112. Siskel E. et al., Intra-Crew Communication of B-52 and KC-135 Student and Combat Crews during Selected Mission Segments, Report AMRL-TR-65-18, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, May 1965 (AD 617-598).
113. Spector P., Suttell B. J., An Experimental Comparison of the Effectiveness of Three Patterns of Leadership Behavior, Report AIR-196-57-FR-164, American Institute for Research, Washington, D. C., 1957.
114. Stafford A. R. et al., The Effects of Choice of Working Partner on Student Achievement and Attitudes, Report AFPTRC-TN-55-61, Air Force Personnel and Training Research Center, Lackland, AFB, Texas, 1955.
115. Steiner I. D., Models for Inferring Relationships Between Group Size and Potential Group Productivity, *Behav. Sci.*, 11, 273—283 (1966).
116. Sweeney E. J., Sex Differences in Problem Solving, Technical Report I, Contract Nonr 251-25 Department of Psychology, Stanford University, Stanford, Calif., 1953 (AD 27343).
117. Taylor D. W., Faust W. L., Twenty Questions: Efficiency in Problem Solving as a Function of Size of Group, *J. Exp. Psychol.*, 44, 360—368 (1952).
118. Taylor D. W. et al., Does Group Participation when Using Brainstorming Facilitate or Inhibit Creative Thinking? *Adm. Sci. Qt.*, 3, 23—74 (1958).
119. Thomas E. J., Fink C. F., Effects of Group Size, *Psychol. Bull.*, 60, 371—384 (1963).
120. Triandis H. C. et al., Member Heterogeneity and Dyadic Creativity, *Hum. Relat.*, 18, 33—55 (1965).
121. Tuckman B. W., Group Composition and Group Performance of Structured and Unstructured Tasks, *J. Exp. Soc. Psychol.*, 3, 25—40 (1967).
122. Waag W. L., Halcomb C. G., Team Size and Decision Rule in the Performance of Simulated Monitoring Teams, *Hum. Factors*, 14, 309—314 (1972).
123. Williges R. C. et al., Role of Verbal Communication in Team Work, *J. Appl. Psychol.*, 50, 473—478 (1966).
124. Van Beek H. G., The Influence of Assembly Line Organization on Output, Quality and Morale, *Occup. Psychol.*, 38, 161—172 (1964).
125. Van Zelst, R. H., Validation of Sociometric Regrouping Procedure, *J. Abnorm. Soc. Psychol. (Morton Prince Suppl.)*, 47, 299—301 (1952).
126. Zajonc R. B., Taylor J. J., The Effect of Two Methods of Varying Group Task Difficulty on Individual and Group Performance, *Hum. Relat.*, 16, 359—368 (1963).

ЛИТЕРАТУРА К ПРИМЕРАМ

Пример 115. Taylor D. W., Faust W. L. Twenty Questions: Efficiency in Problem Solving as a Function of Size of Group, *J. Exp. Psychol.*, 44, 360—368 (1952).

Пример 116. Bouchard T. J., Hare M., Size, Performance and Potential in Brainstorming Groups, *J. Appl. Psychol.*, 54, 51—55 (1970).

Пример 117. Morgan B. B., Alluisi E. A., On the Inferred Independence of Paired Watchkeepers, *Psychonomic Sci.*, 2, 161—162 (1965).

Пример 118. Weiner E. L., The Performance of Multi-Man Monitoring Teams, *Hum. Factors*, 6, 179—184 (1964).

Пример 119. Clement D. E., Group Performance in a Visual Signal-Detection Task, *Hum. Factors*, 15, 43—52 (1973).

Пример 120. Hornseth J. P., Davis J. H., Individual and Two-Man Team Target Finding Performance, *Hum. Factors*, 9, 39—43 (1967).

Пример 121. Marriott R., Size of Working Group and Output, *Occup. Psychol.*, 23, 47—57 (1949).

Пример 122. Kennedy J. L., The System Approach: A Preliminary Exploratory Study of the Relation Between Team Composition and Financial Performance in Business Games, *J. Appl. Psychol.*, 55, 46—49 (1971).

Пример 123. Roby T. B., Lanzetta J. T. A Study of an «Assembly Effect» in Small Group Task Performance, *J. Soc. Psychol.*, 53, 53—68 (1961).

Пример 124. Hoffman L. R., Maier N. R. F., Sex Differences, Sex Composition, and Group Problem Solving, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 63, 453—456 (1961).

Пример 125. Trow D. B., Team Work Under Turnover and Succession, Technical Report 2, Contract Nonr 3679(00), Harpur College, June 1964 (AD 601-816).

Пример 126. Forgays D. G., Levy L. I., Combat Performance Characteristics Associated with Changes in the Membership of Medium-Bomber Crews, Report AFPTRC-TN-57-140, Air Force Personnel and Training Research Center, Lackland AFB, Texas, 1957 (AD 146-414).

Пример 127. Horrocks J. E. et al., Team Training III: An Approach to Optimum Methods and Procedure, Report NAVTRADEVEN 198-3, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1961 (AD 267-666).

Пример 128. Comrey A. L., Group Performance in a Manual Dexterity Task, *J. Appl. Psychol.*, 37, 207—210 (1953).

Пример 129. Gilster H. L., A Combat Crew Production Function, USAF Academy, Colorado, Technical Report 69-1, SAC-ORI Personnel Study, September 1969 (AD 698-336).

Пример 130. Klaus D. J., Glaser R. Increasing Team Proficiency Through Training, 5, Team Learning as a Function of Member Learning Characteristics and Practice Conditions, Report AIR-EI-4/65-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1965 (AD 471-469).

Пример 131. Eggerman K., Effects of Team Arrangement on Team Performance: A Learning-Theoretic Analysis, *J. Pers. Soc. Psychol.*, 3, 541—550 (1966).

Пример 132. Doten G. W. et al., The Use of Teams in Image Interpretation: Information Exchange, Confidence and Resolving Disagreements, *Hum. Factors*, 10, 107—116 (1968).

Пример 133. Briggs G. E., Naylor J. C., Team Versus Individual Training, Training Task Fidelity, and Task Organization Effects on Transfer Performance by Three-Man Teams, *J. Appl. Psychol.*, 49, 387—392 (1965).

Пример 134. Vroom V. H. et al., The Consequences of Social Interaction in Group Problem Solving, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 4, 77—95 (1969).

Пример 135. Spifflett S. C., Performance Effectiveness and Efficiency Under Different Dyadic Work Strategies, *J. Appl. Psychol.*, 57, 257—263 (1973).

Пример 136. Stone T. H., Effects of Mode of Organization and Feedback Level on Creative Task Groups, *J. Appl. Psychol.*, 55, 324—330 (1971).

Пример 137. Kidd J. S., Kinkade R. G., Air Traffic Control System Effectiveness as a Function of the Division of Responsibility Between Pilots and

Ground Controllers: A Study in Human Engineering Aspects of Radar Air Traffic Control, Report WADC-TR-58-113, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1958 (AD 151-082).

Пример 138. Klaus D. J., Glaser R., Increasing Team Proficiency through Training, 8. Final Summary Report, Report AIR-E1-6/68-FR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1968 (AD 669-688).

Пример 139. Briggs G. E., Johnston W. A., Influence of a Change in System Criteria on Team Performance, *J. Appl. Psychol.*, 50, 467—472 (1966).

Пример 140. Klaus D. J. et al., Increasing Team Proficiency through Training, 6. Supervisory Furnished Reinforcement in Team Training, Report AIR-E1-5/65-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1965 (AD 471-470).

Пример 141. Shure G. H. et al., Group Planning and Task Effectiveness, *Sociometry*, 25, 263—282 (1962).

Пример 142. Johnston W. A., Transfer of Team Skills as a Function of Type of Training, *J. Appl. Psychol.*, 50, 102—108 (1966).

Пример 143. Briggs G. E., Johnston W. A., Laboratory Research on Team Training, Report NAVTRADEVCEEN 1327-3, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., May 1966 (AD 485-636).

Пример 144. Roby T. B., Lanzetta J. T., An Investigation of Task Performance as a Function of Certain Aspects of Work-Group Structure, Report AFPTRC-TN-56-74, Air Force Personnel and Training Research Center, Lackland AFB, Texas, June 1956 (AD 109-174).

Пример 145. Krumm R. L., Farina A. J., Effectiveness of Integrated Flight Simulator Training in Promoting B-52 Crew Coordination, Report AMRL-TDR-62-1, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1962 (AD 273-891).

Пример 146. Federman P. J., Siegel A. I., Communications as a Measurable Index of Team Behavior, Report NAVTRADEVCEEN 1537-1, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., October 1965 (AD 623-135).

Пример 147. Siegel A. I., Federman P. J., Communications Content Training as an Ingredient in Effective Team Performance, *Ergonomics*, 16, 403—416 (1973).

Пример 148. Briggs G. E., Johnston W. A., Team Training, Report NAVTRADEVCEEN 1327-4, Naval Training Device Center Orlando, Fla., June 1967 (AD 660-019).

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Обратная связь, допускающая саморегулирование в системе, может предоставлять информацию разных типов (подтверждение и точность ответа, его последствия, данные о состоянии системы). Она может служить в качестве руководства, мотивировать и поощрять оператора. Здесь обсуждаются временные, количественные и качественные переменные величины, воздействующие на ее эффективность. Хотя обратная связь представляет собой мощный инструмент и при обучении, и в операционных ситуациях (наличие любой обратной связи лучше, чем ее отсутствие), оператор недостаточно чувствителен к незначительным вариациям в структуре обратной связи. В многооператорных системах обратная связь может быть представлена на разных уровнях удаленности от оператора, и это создает проблему, связанную со сложностью представления всего многообразия данных. Цели оператора находятся в сложном соотношении с эффектом обратной связи и могут снижать этот эффект. Целесообразность применения обратной связи в операционной ситуации не очевидна.

ВВЕДЕНИЕ

Обратная связь (ОС) имеет существенное значение для регулирования работы системы и деятельности индивида. В обоих случаях работа или деятельность сначала оценивается, а вслед за тем модифицируется в соответствии с используемыми критериями. Данный цикл повторяется непрерывно. Без ОС производить оценку затруднительно, а модификация будет неточной.

Как для индивида, так и системы информация, передаваемая по обратной связи, всегда сравнивается с ответами самого индивида команды или результирующими данными самой системы. В однооператорной системе оператор получает по ОС информацию, касающуюся его собственных ответов; в многооператорной системе его может интересовать деятельность всей команды. Однако оператору с помощью ОС легче регулировать свое поведение, чем поведение команды или системы в целом.

Подобно таким понятиям, как нагрузка, стресс или стимул, ОС представляет собой теоретическую конструкцию. Оператор, устанавливающий обратную связь, не наблюдает ее непосредственно, однако ощущает действие ОС по предъявляемым стимулам (например, устройство отображения информации или оценка по тесту) и результатам влияния этих стимулов. Исследователь в области обратной связи не может быть полностью уверен в том, что ОС в действительности воспринимается

оператором так, как он ее понимает. Он должен учитывать влияние ОС на ответы оператора и результирующие данные системы, чтобы решить, эффективно ли то, что он представляет себе в качестве обратной связи.

Тем не менее несомненно, что определенные феномены, которые мы называем обратной связью, встречаются почти во всех ситуациях. Обратная связь, обычно исследуемая психологами, представляет собой ОС, способствующую обучению, где она является очень эффективным средством модификации деятельности. Нас в первую очередь интересует влияние ОС на систему и оператора, и в частности на систему, в которой операции выполняет обученный персонал, а не новички. Системотехник ищет пути внедрения ОС в систему. Это нелегкая задача, потому что операционная система действует без инструктора, который бы отмечал точные ответы. Поскольку большая часть наших данных характеризует функционирование ОС в связи с деятельностью индивида и в контексте обучения, необходимо экстраполировать эти данные и на систему. Однако в обоих случаях одни и те же механизмы могут как вовлекаться в действие, так и оставаться безучастными.

Определения

В самом общем смысле ОС является информацией о последствиях тех или иных действий оператора или команды, предъявляемой самому оператору или команде¹.

Эти последствия потом сопоставляются (в памяти оператора или с помощью устройств отображения информации и (или) копий распечаток с данными) с первоначальным действием, чтобы определить приемлемость выполненного действия. Одновременно оператор использует полученную оценку, чтобы руководствоваться ею при выполнении своего следующего действия. Поэтому эффект ОС связан не только с *предыдущими*, но и *последующими* действиями.

Свою способность модифицировать деятельность ОС реализует разными способами: 1) *направляя* изменения в процессах, выполняемых оператором, и руководя ими с тем, чтобы они удовлетворяли требованиям системы, 2) *создавая мотивацию* для того, чтобы оператор или команда приспосабливали получаемые ими результаты к другим (предполагается более высокого уровня) целям и 3) *поощряя* определенные модели ответов, которые представляются оператору и (или) команде точными или успешными.

¹) Выражение «знание результатов» часто используется в значении «обратная связь».

Перечисленные выше функции не взаимоисключают друг друга, одна и та же ОС может вызывать некоторый суммарный эффект, хотя в зависимости от задачи и ее условий одна из функций может проявляться заметнее других. Вопрос о том, какая из функций существеннее, в целом неправомерен, поскольку все зависит от характера информации, обеспечиваемой ОС. Во всяком случае, дифференцировать эти функции операционно нелегко.

Однако каждая функция может находиться в неодинаковой зависимости от параметров ОС. Представляется разумным предположение Гольдштейна и др. [42] относительно того, что процент передаваемый по ОС информации, необходимой для поддержания высокого уровня мотивации, сравнительно стабилен и достаточно мал, в то время как процент информации ОС, необходимой для адекватного управления, варьирует в зависимости от сложности задачи, специфического характера инструкции и доступности других руководящих материалов.

Эти функции можно также использовать в качестве критериев эффективности информации ОС, определяемой в основном тем, насколько успешно она направляет и поощряет правильные ответы и создает мотивацию для более производительного труда оператора. Обратная связь может обеспечивать разные типы информации, касающиеся корректности подтверждения и последствий ответа, а также состояния системы.

ОС подтверждения ответа (ОСпо)

Предъявляемая оператору (или другим лицам, которым необходимо знать о его деятельности) информация о том, что он действительно выполнил ту или иную операцию, обозначается ОСпо. Например, после того как оператор нажал на кнопку переключателя с надписью ВКЛ, зажигается лампочка индикатора. Поскольку ОСпо ничего не говорит о более отдаленных последствиях предпринятого действия, сфера ее применения крайне ограничена. Исключением являются случаи, связанные с необходимостью выдачи многих дискретных ответов в зафиксированной последовательности, когда ОСпо помогает ему упорядочить их, а также тогда, когда последствия некорректного или ошибочного действия были бы очень серьезными.

ОС корректности ответа (ОСко)

Информация о корректности или некорректности ответа оператора (ОСко) требуется тогда, когда возможны альтернативные ответы и правильный выбор ответа оператору заранее неизвестен; например, ответ в ситуации обучения обычно сопро-

вождается указанием на корректность или некорректность ответа (или серии ответов). Этот тип ОС (обычно называемый *усиленной обратной связью*) применяется лишь в ситуации обучения (в классной комнате или на рабочем месте). В неучебной ситуации (выполнение задания) корректность ответа определяется с помощью последовательности ответов, о чем будет сказано ниже. ОСко редко используется в операционных системах, в которых суждение о корректности ответа выносится на основании определения последовательностей ответов (т. е. таких ситуациях, как контроль и (или) коррекция ответов оператора, осуществляемых с помощью оператора-контролера или компьютера, с применением обучающих процедур, даже если последние введены в состав обычных операций системы).

ОС последствий ответов (ОСпос)

Информация о последствиях предпринятых действий имеет место, например, в такой ситуации, когда за поворотом ключа зажигания в автомобиле следуют звуки заработавшего мотора. ОСпос включает в себя описанные выше функции. Во-первых, она подтверждает ответ, сделанный оператором, что в общем-то тривиально. Гораздо важнее в операционных ситуациях (в которых не применяются обучающие процедуры) то, что ОСпос может быть проверена лишь по его последствиям. Например, в боевой ситуации успех или неуспех предпринятого действия определяется его влиянием на противника. ОСпос может помочь оператору сделать правильный выбор следующего ответа. Звуки заработавшего автомобильного мотора заставляют водителя нажать на педаль газа (однако это не специфично для ОСпос; любой тип ОС может выполнить данную функцию).

ОС состояния системы (ОСсс)

Информация об условиях, определяющих состояние данной или какой-либо нной системы, или о внешней среде, знание которых позволяет оператору или команде выполнить то или иное действие, обозначается ОСсс. Например, если показание вольтметра, измеряющего выходные параметры генератора, свидетельствует о недопустимом режиме, оператор должен выполнить какое-либо действие по приведению этого устройства в нормальное состояние. ОСсс тем и отличается функционально от других ОС, что она не обязательно, а часто и совсем не отражает следующее непосредственно за некоторым стимульным воздействием событие или реакцию на специфическое действие оператора и (или) команды; ОСсс может отражать послед-

ствия, возникшие в результате действий оператора, выполненных гораздо раньше. Информация, обеспечиваемая ОСсс, регулирует действия оператора и системы, когда возникают особые состояния системы и оператор должен предпринимать действия по поддержанию ее целостности.

Так же как функции основной ОС не взаимоисключают друг друга, так и частные виды ОС позволяют передавать информацию разных типов. ОСсс может сочетаться с ОСпо, если, например, изменения в показаниях индикаторного прибора генератора свидетельствуют о правильности предпринятого действия по настройке.

Очевидно, что концепция обратной связи, обсуждаемая в данной главе, более содержательна, чем обычно применяемый термин «знание результатов» (ЗР), характеризующий индивидуальные действия. ОС включает в себя любую информацию о состоянии оператора, системы или среды, представляющих собой результат действий данной или иной системы, на основе которых можно осуществлять необходимое регулирование.

Обратная связь, вероятно, важнее в недетерминированных чем в структурированных системах. Если операционные процессы запрограммированы заранее, они должны предусматривать по крайней мере наличие некоторой информации (например, сигналов), обеспечиваемой с помощью ОС. С другой стороны, в вероятностных (неопределенных) ситуациях ОС может быть единственной основой, руководящей оператором в выборе одной из альтернатив.

Внутренняя и внешняя ОС

Четыре вышеназванных типа информации не автоматически вызывают действие специфической функции. Информация, получаемая через обратную связь, не автоматически руководит, мотивирует или поощряет — эти функции определяются тем, как оператор интерпретирует информацию.

Необходимо различать *внутреннюю* и *внешнюю* ОС. Внутренняя ОС обычно понимается как нечто, присущее действиям оператора как таковым. Это попросту означает, что информация или сигналы, на основе которых оператор интерпретирует информацию, получаемую через обратную связь, понимается как часть ОС или как нечто, коррелирующее с действиями, которые создают ОС.

Такое определение, очевидно, слишком неопределенно. При интерпретации внутренняя ОС существует лишь как физиологический коррелят индивидуального ответа и поэтому не имеет точного аналога на уровне системы. С другой стороны, если внутренняя ОС представляет собой часть целой системы, то

система «человек — машина» включает в себя внутреннюю ОС. Например, информацию, описывающую состояние данной системы, можно считать внутренней, поскольку она заложена в самой ситуации (т. е. отражается на специальных дисплеях, используемых в заданном порядке); такая информация представляет собой ОС, поскольку описывает последствия операций, выполняемых системой (включая персонал). То же самое можно сказать и об информации, описывающей внешние системы или среду, которая в заданном порядке предъявляется на табло данной системы.

Внешняя ОС не заложена в действиях оператора или операциях системы, а поступает из внешних источников. Например, информация, характеризующая точность ответа в учебной последовательности, является внешней, поскольку она исходит от инструктора или содержится в документации (списке ответов). Все четыре типа информации, получаемой через обратную связь, могут быть как внутренними, так и внешними в зависимости от того, является их источник частью системы или нет.

Всякая ОС доставляет правильную информацию; она в пределах своей информационной емкости характеризует то, что произошло. Внешняя ОС обычно считается корректной, потому что внешний (обучающий) источник не станет произвольно передавать дезинформацию. Внутренняя ОС также должна быть совершенно правдивой, поскольку она не находится под сознательным контролем оператора. Однако в обоих случаях информация, получаемая через ОС, может быть неполной или неточной или восприятие и понимание ОС оператором может быть не вполне точным. Например, показание индикатора об опасности взрыва в моторе может восприниматься пилотом как корректное, в то время как в действительности оно является следствием неисправности табло. Индикатор давал информацию, которую от него можно было ожидать; однако пилот пришел к неверному заключению, из-за того что информация, получаемая через ОС, в данном случае была неполной. Обратная связь может и не соответствовать действительности в том смысле, что ее интерпретация оператором неточно отражает «объективную истину» (какой бы она ни была). Это случается даже тогда, когда ОС предположительно характеризует ответы самого оператора и его собственной системы.

Структурные переменные величины

Структурные переменные величины относятся ко всем типам ОС. Наиболее важная из них характеризует способ предъявления ОС.

Временные факторы

Обратная связь может варьировать по скорости появления стимулов ОС, вызванных определенными действиями операторов или изменениями состояния системы, которое должно быть отображено на дисплее.

Логично предположить (но это еще следует доказать), что ОС тем эффективнее гарантирует правильность последующего ответа, чем скорее она следует за предыдущим ответом или изменением в состоянии системы, вызывающим ОСс. Если между действием и его ОС оказывается продолжительный интервал, у оператора появляется дополнительная задача — *вспомнить* связь между тем и другим. Интервал, который может быть заполнен другими действиями оператора или изменениями системы, может исказить производимую оператором интерпретацию связи между его ответами (или ответом системы) и обратной связью.

Инерционность обратной связи может варьировать от долей секунды, если она относится к физиологическим данным, связанным с индивидуальным ответом, до нескольких минут в системах; в последнем случае ОС описывает либо среду других систем (например, силы противника), либо длительные изменения, происходящие в собственной системе. Тот, кто контролирует внешнюю ОС, может определять длительность интервала; обычно обратная связь достаточно быстро следует за каким-либо действием или событием. Но иногда достижение высоких скоростей передачи информации по ОС оказывается весьма затруднительным, и тогда возникает вопрос: насколько можно замедлить ОС, прежде чем она потеряет свою эффективность? Если иметь в виду внутреннюю ОС, то характер действия, задача или среда обычно определяют интервал ОС; в этом случае мы должны определить, какие именно системные факторы увеличивают замедление ОС. В недетерминированных системах трудность в опознании стимулов ОС (собственно и представляющих ОС) может приводить к ее недопустимому замедлению. Исследователи человеческих факторов заинтересованы в определении максимально допустимого интервала, а также в изучении влияния задержки ОС.

Количественные факторы

Обратная связь может также варьировать по *частоте* ее появления и *объему* передаваемой информации. В реальном мире далеко не все ответы обеспечиваются обратной связью; она может быть недопустимо дорогостоящим делом, если ее запрограммировать для каждого события в проектируемой системе.

Если ОС существует, то не следует с ее помощью передавать всю ту информацию, которую она должна или может обеспечить. С другой стороны, если предъявляется вся доступная информация, оператор может быть перегружен или сбит с толку. Какова в таком случае минимальная частота и минимальный объем ОС, необходимые для эффективного функционирования системы?

Этот вопрос имеет критическое значение как в ситуации обучения, так и в мире реальных системных операций. От степени контроля над параметрами ОС зависит возможность регулирования частоты и объема обратной связи. В ситуации обучения можно контролировать ОСпо, в реальных системах — ОСсс. Однако в первую очередь мы должны определить ту область, в пределах которой ОС должна и может подвергаться контролю.

Качественные факторы

Качественные факторы включают в себя специфичность и релевантность.

Специфичность определяется двумя факторами. Во-первых, различием между количественной и качественной (выходной) информацией. Например, в боевой ситуации о батальоне ГЗ можно сказать, что в результате атаки «почти все боеприпасы израсходованы» (качественная ОС) или «у нас осталось по 20 патронов на человека» (количественная). Во-вторых, более детальными информационными категориями, которые частично совпадают с объемом информации, поскольку дополнительные параметры ОС могут дать дополнительную информацию.

Логично сделать вывод, что чем специфичнее ОС, тем эффективнее она выполняет свою руководящую функцию. Вопрос для исследователей заключается в том, насколько эффективность ОС повышается в результате усиления ее специфичности.

Релевантность определяется логикой отношений (воспринимаемых оператором) между ОС и действием, включающим ОС. Чем яснее эти отношения, тем точнее будет ОС руководить дальнейшими действиями. Обычно релевантность выдвигает перед оператором мало проблем, но на этот фактор могут оказывать негативное влияние многие другие факторы, такие, как задержка ОС, параметры многократной ОС и альтернативные критерии оценки. Все это затрудняет установление связи между стимулами ОС и вызвавшим их ответом.

Нерелевантная ОС не является серьезной проблемой при обучении, поскольку инструктор всегда может установить контроль над релевантностью ОС. Однако в операциях, выполняемых недетерминированными системами, располагающими более

слабым контролем над предъявляемой оператору ОС, логическая связь, определяющая релевантность, может носить скрытый характер. Релевантность с трудом поддается экспериментальному анализу и представляет собой субъективную категорию, связанную с ценностными представлениями оператора. Поэтому из литературы мы немного можем узнать о релевантности в целом; по вопросам, касающимся определенных влияний релевантности, следует обратиться к гл. 5. Качественные факторы с трудом поддаются анализу, поскольку их составным частям нельзя дать точного определения.

Содержание ОС

Временной, количественный и качественный факторы подчинены более фундаментальной проблеме о том, какую информацию должна обеспечивать ОС. Если известен последний фактор, предыдущий можно вывести без особого труда. Однако характер информации, обеспечиваемой ОС, не может быть определен экспериментальным путем, так как он специфичен для данной системы и задачи, и ответ может быть найден лишь в результате их анализа. Хотя описание задачи (гл. 3) дает более точную характеристику ОС, последняя все-таки не является адекватной. Можно, однако, экспериментально обнаружить, насколько важны количественные и качественные факторы *вообще* (для целого ряда задач), для чего следует проверить, как эффективность ОС изменяется в зависимости от изменения значений названных факторов.

Взаимосвязанные переменные величины

На эффективность ОС влияет «контекст», в котором она используется.

Средство предъявления

Обратная связь предъявляется с помощью табло, прямым или косвенным вербальным контактом или с помощью текстов. Вопрос для исследования заключается в том, какое средство является наиболее эффективным

Системный «контекст»

В идеальном случае каждый оператор должен получать через обратную связь лишь такую информацию, которую он может использовать непосредственно. Но в определенных специфических для системы обстоятельствах может появиться

необходимость в ОС, описывающей операции команды, системы или подсистемы. Каким образом оператор может наиболее эффективно использовать командную и системную ОС и насколько последняя эффективна для деятельности оператора и функционирования системы, если она обычным образом интерпретируется относительно индивидуальных действий оператора?

Характеристики задач

Следует рассмотреть также характер задачи и способ организации подзадач. Важность частоты, специфичности и объема ОС растет по мере увеличения сложности задачи или при переходе от высокоструктурированных к задачам вероятностной природы. К сожалению, по этому вопросу имеется слишком мало данных.

В системном «контексте» ОС создает специальные проблемы для исследования. Данные по ОС, известные из литературы, в основном относятся к индивидуальным ответам с высокой степенью детализации. Однако ОС, описывающая задачу и изменения в системе на более укрупненном уровне, включается или должна включаться по крайней мере с такой же частотой, как и ОС для детализированных ответов. Функционируют ли механизмы, постулированные для детализированной ОС, точно таким же образом и при рассмотрении ситуаций, связанных с задачами и изменениями в системе?

Каково, например, влияние конкурирующей ОС на эффективность деятельности? Каково соотношение между ОС отдельного оператора и выходными данными и (или) системы? Экстраполяции на основе лабораторных исследований следует делать с осторожностью.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выводы. Во многих случаях (но не всегда) ОС положительно влияет на деятельность оператора. Однако увеличение эффективности его деятельности, вызванное воздействием ОС, особенно часто проявляется при выполнении психомоторных (например, связанных со слежением) и относительно простых задач, а также в ситуациях обучения. Попытки внедрить ОС в сферу реальных задач часто приводят к противоречивым результатам. Более того, измерение эффективности ОС часто бывает специфичным для данной задачи и измеряемого параметра эффективности деятельности.

Примеры исследований

В исследованиях, продолжающихся в течение 50 лет (например, [11, 50, 54, 100]) было обнаружено, что ОС часто (но не всегда):

- повышает уровень выполнения хорошо изученных задач (например, [11, 50, 74]),

- ускоряет темп улучшения эффективности деятельности на раннем этапе выполнения новой задачи (например, [15, 65, 82, 89]),

- увеличивает частоту сообщений о том, что при наличии ОС выполнение задачи становится интереснее и вызывает меньше утомления (например, [2, 11, 33, 82, 89]).

В ситуациях бдительности ОС часто (но не всегда, см. [28]) вызывает увеличение количества обнаружений [1, 12, 13, 37, 95, 104, 106].

В экспериментах Уоллиса и Самюэля [101], а также Винера [105] немедленное ЗР (знание результатов) предотвращало снижение эффективности деятельности испытуемых, наступающее после определенного времени при выполнении задач бдительности. Время реакции (ВР) на визуальные стимулы растет по мере увеличения продолжительности работы [76]; если обеспечено ЗР, то ВР не увеличивается [18].

С другой стороны, целесообразность ОС часто бывает специфически связана (по крайней мере при выполнении задач бдительности) с используемым параметром. Например, в работе [26] обнаружено, что ЗР о пропущенных сигналах уменьшало количество неверных ответов, а ЗР о правильных обнаружениях уменьшало количество пропущенных сигналов.

Почти всегда в этих исследованиях дается характеристика влияния внешней, расширенной ОС. Однако из обзора исследований по ОС, сделанного в [80], видно, что в ситуации обучения ОС не всегда приводит к улучшению обучения (см. обзор [46], также носящий пессимистический характер). Чем сложнее задача, для выполнения которой ведется обучение, тем менее вероятно, что ОС окажется эффективной; это вызвано, возможно, тем, что инструктору весьма затруднительно обеспечивать по ОС передачу необходимой информации, а учащемуся — извлекать ее. В работе [36] также предполагается, что эффект ОС в ситуациях обучения крайне изменчив и зависит от характеристик обучения, типа и времени действия ОС и типа задачи.

Общий обзор литературы о влияниях ОС и теоретических подходов к ее изучению можно найти в работе [5]. Обзор влияний ОС и переменных величин, специфичных для выполнения психомоторных задач, выполнен в [17].

ВРЕМЕННЫЕ ФАКТОРЫ

При изучении временных влияний необходимо различать 1) интервал времени, предшествующий ОС (между предыдущим ответом и ОС на данный ответ), и 2) интервал времени, следующий за ОС (между поступлением информации по ОС и предъявлением следующего стимула).

В обоих случаях на основе теории подкрепления можно гипотетически предположить, что чем продолжительнее интервал времени, тем менее эффективна деятельность оператора. Однако вовлеченные в этот процесс механизмы могут быть иными; временной интервал, предшествующий ОС, влияет на поощрение предыдущего ответа; интервал, следующий за ОС, оказывает предупреждающее воздействие на следующий ответ.

Инструктор стремится к тому, чтобы ОС в разумных пределах включалась как можно быстрее (минимальный временной интервал, предшествующий ОС, хотя и не обязательно минимальный интервал, следующий за ОС). Поскольку высокая скорость не всегда достижима, естественно, возникает вопрос, зависят ли весьма значительные потери в процессе обучения от временных интервалов ОС.

В противоположность инструктору системотехник ограничен в своих действиях характером ситуации и задачи, которые в значительной мере определяют границы его возможностей манипулировать с интервалами ОС. Например, при проектировании лунохода с дистанционным управлением с Земли расстояние между двумя планетами вызывает неизбежное запаздывание в получении оператором визуальной ОС, информирующей о последствиях каждого управляющего действия.

Выводы. Литература, касающаяся изучения временных интервалов ОС, носит запутанный и противоречивый характер. При выполнении когнитивных задач интервал, предшествующий ОС, вероятно, очень мало влияет на количество ошибок. В некоторых исследованиях делается вывод относительно того, что чем длиннее интервал, следующий за ОС, тем эффективнее деятельность; это имеет место лишь до определенного момента, наступление которого, однако, неизвестно.

Примеры исследований

Во многих исследованиях, объектом которых были низкоорганизованные животные, обнаруживалось негативное влияние задержки поощрения (интервал, предшествующий ОС) на ход обучения выполнению простых задач. Однако и исследования такого рода, касающиеся людей, весьма немногочисленны. Одно

из них основывалось на концепции идентификации. В этом исследовании использовались задержки предшествующей ОС на 0; 0,5; 1; 2; 4 и 8 с [19]. По мере увеличения задержки эффективность деятельности падала, а сложность задачи оказывалась в прямой зависимости от эффектов задержки.

Однако эксперимент был явно «нечистым», поскольку в нем смешивались предшествующие и последующие интервалы ОС. Недостатки вышеупомянутого исследования были исправлены в [21]. Здесь варьировался интервал, предшествующий ОС, а

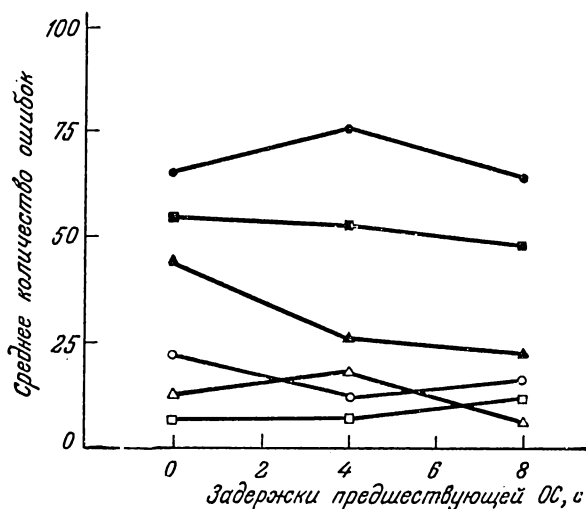


Рис. 6.1. Количество ошибок в решении как функция задержек предшествующей и последующей ОС и числа нерелевантных параметров (печатается с разрешения из работы Бурна и Бандерсона, *J. Exp. Psych.* (1963)).

○—○ 1-секундная задержка последующей ОС; □—□ 5-секундная задержка последующей ОС; △—△ 9-секундная задержка последующей ОС; ○ один параметр; ● пять параметров.

последующий оставался постоянным. Параллельно выполнялось другое исследование: изменялся последующий интервал ОС, а предшествующий сохранялся постоянным. Результаты эксперимента отражены на рис. 6.1.

Очевидно, интервалы предшествующей ОС оказывают небольшое влияние на количество ошибок; интервалы последующей ОС оказывают определенное влияние, но его трудно интерпретировать. Чем продолжительнее интервал последующей ОС, тем, кажется, выше эффективность деятельности. Это может означать, что испытуемые используют интервал последующей ОС для повторения, запоминания или усвоения информации, которую они получили по ОС. Бурн и др. [23] в какой-то степени

прояснили эту проблему, изменяя интервал последующей ОС от 1 до 25 с. Исследователи обнаружили, что при выполнении легких задач положительный эффект наблюдался при увеличении интервала до 9 с, а при выполнении сложных задач — до 17 с.

С другой стороны, Роветон и Дэвис [92] отметили, что изменения интервала предшествующей ОС при выполнении задачи по формулированию концепции значительно повышали эффективность, в то время как интервалы последующей ОС не приводили к аналогичному результату. Противоположный эффект был обнаружен Уайтом и Шмидтом [102]. Мэтьюз [75], а также Намикас и Карей [85] нашли, что варьирование интервала последующей ОС не имело никакого эффекта.

С точки зрения системотехника, на основании полученных результатов можно сделать вывод относительно того, что целесообразно предоставлять оператору некоторое время на усвоение информации, предъявляемой ОС до появления следующего входного сигнала (см. в гл. 2 исследования о частоте входных сигналов). А это, естественно, означает, что системотехник имеет некоторую возможность контролировать скорость, с которой входные сигналы доходят до оператора (следует отметить, что довольно часто он не располагает такой возможностью). Исследуемые интервалы были, конечно, нереально короткими.

ЧАСТОТА И ОБЪЕМ ОС

Во многих системах ОС не вводится в действие после каждого ответа оператора или появления данных на выходе системы; объем ОС тоже может варьировать. Эти обстоятельства требуют рассмотрения двух вопросов: 1) какова минимальная частота и объем ОС, которыми должен располагать оператор? и 2) каково влияние уменьшения частоты ОС и ее объема ниже минимально допустимых значений на результаты работы оператора и (или) системы?

Ответы на поставленные выше вопросы могут зависеть от конкретной ситуации. Релевантность ОС определяется в контексте данной задачи. Дискретные действия управления на молекулярном уровне лишены особого смысла вне контекста задачи в целом. Организация обратной связи для ответных реакций такого типа может дать лишь тривиальную информацию (например, серия индикаторов подтверждает, что выполнены отдельные включения), использовать подобную ОС было бы крайне дорого, учитывая высокую стоимость оборудования; кроме того, ОС могла бы вызывать перегрузки операторов.

Объем ОС для специфического конкретного действия может зависеть от количества параметров, характеризующих дей-

стве. Поэтому всякая количественная оценка по литературным источникам может оказаться совершенно неприменимой для данной конкретной задачи.

Как для частоты, так и для объема ОС существенным фактором является характер ответных реакций, для которых стремятся установить обратную связь. К сожалению, литература по этой теме в основном сводится к описанию выполнения сравнительно простых лабораторных задач; редко проводились исследования, касающиеся сравнения разных задач между собой. Это не означает, что вообще не существует никаких полезных для использования данных, но при проектировании они могут служить лишь для ориентировочных расчетов.

Частота

Выводы. Какой бы ни была частота ОС, наличие ОС все-таки эффективнее, чем ее отсутствие. Однако частота, необходимая для эффективной деятельности оператора, не должна быть чрезмерно высокой.

Пример исследований

Результаты, приводимые в литературе, недостаточно ясны. Кимбл [59], анализируя несколько исследований, посвященных процентному содержанию переданной информации по ОС, отметил, что эффективность деятельности обычно (но не всегда) ниже, если объем переданной информации меньше 100%. В то же время другие авторы отмечали, что эффективность деятельности не претерпевает значительного снижения при выполнении задачи по простому приведению в оперативное состояние и на ВР (время реакции), пока объем передачи по ОС не опустится ниже 70—80% всех попыток [76, 77]. В работе [43] в процессе исследований сложных задач, связанных с принятием решений, получены аналогичные результаты.

Пример 149. В ситуации бдительности испытуемые в течение часа вели наблюдение за экраном осциллографа, на котором каждые 15 мин появлялось по восемь сигналов. ЗР (знание результатов) предъявлялось после фиксации 0, 25, 50, 75, или 100% сигналов. Значительные различия в количестве обнаруженных целей отмечались между группами, использовавшими 0 и 25% сигналов, и группами, использовавшими 25 и 50%¹ сигналов, тогда как между группами, работавшими с 50, 75 и 100% сигналов, никаких различий не наблюдалось. Из рис. 6.2 видно, что эффективность деятельности с ОС значительно выше, чем эффективность деятельности без ЗР; процентные вариации ЗР не отличались существенно друг от друга. Процент

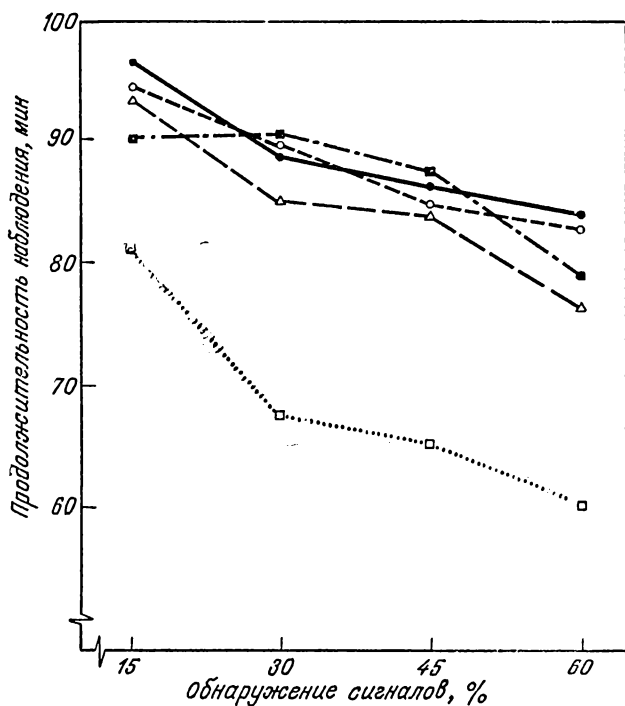


Рис. 6.2. Обнаружение сигналов как функция предъявленного по обратной связи (ОС) объема знаний результатов (ЗР), выраженного в процентах (печатается с разрешения из работы Джонсона и Пейна, *J. Appl. Psychol.*, 1966, пример 149).

□...□ 0% ЗР; Δ---Δ 25% ЗР; ○---○ 50% ЗР; ■---■ 75% ЗР; ●---● 100% ЗР

ЗР не оказывал заметного влияния на снижение эффективности бдительности, наступавшее по мере увеличения продолжительности работы.

Пример 150. При выполнении другой задачи бдительности использовалось круглое табло с 20 красными лампочками, загоравшимися последовательно друг за другом; сигналом было незагорание лампочки в нормальной последовательности. ЗР заключалось в том, что пропуск сигнала обозначался красным светом, тогда как зеленый свидетельствовал о правильности ответа. Частоты ЗР составляли 100, 50 и 0%, причем распределение значений эффективности, хотя оно и не было статистически значимым, имело ту же закономерность.

Результаты исследований, касавшиеся времени реакции, оказались почти аналогичными. В серии таких исследований [76] удалось выяснить, что увеличение ВР находится в линей-

ной зависимости от продолжительности выполнения задачи. Однако если ЗР гарантировано, то ВР не подвергается значительным изменениям [78].

Пример 151. От испытуемого требовалось как можно быстрее нажать на кнопку при загорании лампочки. Отдельные группы получали 0, 30, 50, 70 и 100% ЗР, что обеспечивалось загоранием либо красной, либо зеленой лампочки, следовавшим немедленно за ответной реакцией испытуемого. Красный свет указывал на большее по сравнению с предыдущим случаем ВР, а зеленый сигнализировал о более быстром ответе.

Единственное достоверное изменение ВР происходило в группе с нулевым ЗР, в которой ВР спустя некоторое время становилось более продолжительным (традиционное снижение эффективности бдительности). Все остальные группы не обнаружили значительных различий в эффективности, которые были

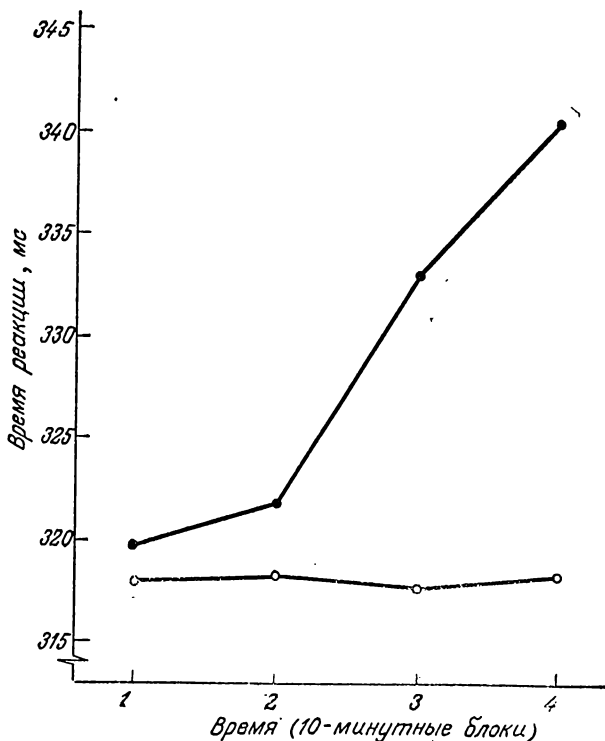


Рис. 6.3. Время реакции как функция предъявленного по обратной связи (ОС) объема знаний результатов (ЗР), выраженного в процентах (печатается с разрешения из работы Маккормака и др., *Percept. Mot. Skills*, 1963, пример 151).

● — 3%; ○ — 30, 50, 70 и 100% ЗР.

бы связаны с ЗР (рис. 6.3). Следует обратить внимание на то, что рис. 6.2 и 6.3 являются зеркальным отображением друг друга.

Пример 152. В следующем исследовании использовалась та же задача, частоты ЗР составляли 0, 10, 20, 30 и 40%, анализировался частотный диапазон от 0 до 30%.

При нулевом ЗР отмечалось значительное снижение эффективности, но в диапазоне от 30 до 40% ЗР не было обнаружено достоверного изменения эффективности. Экспериментаторы пришли к выводу, что критическая точка в последовательности изменения частоты ЗР находится между 20 и 30%.

Пример 153. Вопрос о частоте ОС изучался и в контексте выполнения *вероятностной* задачи. Оператор должен был высказать предположение о том, не превышает ли показание счетчика на табло некоторую заданную величину, взятую из распределения величин на другом (невидимом испытуемому) счетчике. Чем больше предъявлялось стимулов, тем лучше испытуемый мог усвоить распределение чисел. Обратная связь предъявлялась в 0, 30, 67 и 100% попыток. Расхождения между этими четырьмя частотами оказались тривиальными.

Нельзя утверждать, что ОС вообще не нужна, но, очевидно, требуется лишь очень низкая частота ее предъявления, по крайней мере для использованных задач. К сожалению, за исключением примера 153, задачи были очень просты. Мы не знаем, что произойдет при экспериментировании с более сложными задачами.

Объем ОС

Выводы. О влиянии объема ОС на эффективность деятельности существует мало достоверных литературных источников, к тому же результаты исследований в этой области весьма противоречивы. Предполагалось, что объем ОС может оказывать значительное влияние на эффективность деятельности, но лишь в том случае, когда оператор может использовать увеличившийся объем предъявляемой информации.

Примеры исследований

Если частота ОС изменяется лишь по одному параметру (данные предъявляются или не предъявляются), степень влияния объема ОС зависит от количества переменных параметров ОС предыдущей ответной реакции.

В примере 153 объем ОС варьировал, но незначительно.

Пример 154. Напротив, Бурн и Пендлтон [22] сравнивали два уровня полноты ОС при выполнении задачи по решению

проблемы идентификации, требовавшей от испытуемых распределения геометрических форм по четырем категориям. В одной ситуации испытуемому после каждой попытки говорили, правильно или нет было его решение. В другой ситуации он узнавал не только об этом: в случае ошибочного ответа ему показывали правильный ответ. Эти две ступени полноты были связаны с тремя уровнями сложности задачи. Результаты деятельности при неполной ОС были значительно ниже результатов деятельности, связанной с применением полной ОС (наблюдалось в два раза больше ошибок). Следует заметить, что получение неполных данных не означает, что используется неполная ОС. В гл. 4 (пример 82) мы видели, что при любой скорости принятия решения пропуск 10 % данных на оператора не оказывал значительного влияния. Как и следовало ожидать, рост количества ошибок при выполнении данной задачи находился в линейной зависимости от увеличения ее сложности.

Пример 155. Объем информации исследовался также в контексте информационного процесса, осуществляемого в многооператорной системе по оценке угрозы со стороны противника (в примере 113 использовалась эта же система). Изменялись два условия: частота (процент попыток, во время которых провлялась ОС: 0, 33, 67 и 100 %) и объем ОС (точность суждения оператора в сравнении с этой же точностью, дополненной суждениями, сделанными на основании байесовой модели).

Результаты исследования подтвердили правильность предыдущих выводов о том, что принятие решения не требует 100 % ЗР. Включение дополнительных ОС, основанных на байесовой модели, не повысило количества точных ответов испытуемых, хотя байесова модель давала более высокие оценки. Возможно, испытуемые не умели пользоваться предъявляемой им дополнительной информацией; количество различных категорий ответов, обеспечиваемых ЗР, может не соответствовать разрешающей способности испытуемых.

Пример 156. В другом исследовании выполнялась задача по компенсаторному слежению за отклонениями стрелки на вольтметре, скорректированном на нуле. При высоком уровне ОС четыре группы испытуемых во время сеансов получали информацию с помощью счетчиков, показывающих «время-на-цель» (ВНЦ), или могли судить о ней по щелчкам в наушниках.

При низком уровне ОС четыре группы получали информацию ВНЦ лишь в конце сеанса одновременно с неинформационным радиошумом в наушниках. Таким образом, группы, с высоким уровнем ОС получали значительно больший объем информации ОС, чем группы с низким уровнем ОС, при этом запаздывание, связанное с прежними условиями, было ниже. В фазе передачи половина испытуемых продолжала работать с

первоначальным графиком ОС, в то время как другая половина выполняла передачу по альтернативному графику.

Высокий уровень ОС, как оказалось, значительно превосходил по эффективности (при 25% ВНЦ) низкий уровень ОС как во время обучения, так и при передаче; кроме того, испытуемые, в распоряжении которых была ОС высокого уровня, проявляли больше интереса к своей задаче. Следует отметить, что в этих результатах смешивался объем ОС с задержкой предшествующей ОС.

СПЕЦИФИЧНОСТЬ

Логично предположить, что чем специфичней информация, обеспечиваемая ОС, тем выше эффективность деятельности. Степень специфичности, естественно, имеет существенное значение для проектировщика системы. В некоторых случаях бывает достаточно простого указания относительно того, остается ли параметр системы в пределах, предусмотренных системой (табло двоичного типа). В других ситуациях нужна информация не только о том, что тот или иной параметр вышел за пределы системных ограничений, но и сведения о направлении и объеме превышения этих пределов.

Чтобы использовать ОС, оператор должен уметь различать разные категории содержащейся в ней информации. Аннет [3] отметил, что повышение специфичности ОС включает два компонента: один компонент связан с направлением и устанавливает связь между ответом испытуемого и желательным точным ответом, другой касается количества различных категорий ответов, доступных испытуемому. Повышение специфичности, связанное с вторым компонентом, не всегда приводит к росту эффективности [34, 41] и может в действительности даже снижать эффективность из-за путаницы, вызываемой излишней детализацией. Очевидно, существует весьма обоснованная целесообразность в использовании более широкого диапазона категорий ЗР, чем возможный набор ответов испытуемого.

В исследованиях по данной теме обсуждался довольно тривиальный вопрос о том, приводит ли повышение специфичности к росту эффективности. Более критические вопросы, касающиеся степени специфичности, а также того, в каких случаях необходима предельно специфическая ОС, могут быть решены лишь при анализе специфических требований данной задачи.

При чтении раздела, включающего примеры исследований, следует иметь в виду различие между специфичностью ОС и ее объемом. Специфичность заключается в получении информации и делении ее на части. Объем представляет собой увеличение информации за счет дополнительных сведений. Это раз-

личие часто не принималось во внимание при экспериментальном тестировании. И в реальных условиях часто бывает затруднительно различать указанные переменные величины, поскольку раздробление информации по более детальным категориям может показаться увеличением объема информации.

Выводы. Эффективность деятельности растет по мере увеличения специфичности информации, обеспечиваемой ОС, до тех пор, пока оператор испытывает необходимость в более детализированной информации и в состоянии ее использовать. Однако этот эффект частично зависит от трудности задачи и квалификации оператора.

Примеры исследований

Пример 157. В данном исследовании использовалась задача компенсаторного слежения за целью на экране дисплея. Переменные величины представляли собой 1) легкий или трудный маршрут цели и 2) четыре степени специфичности ОС (т. е. могли быть предъявлены три, семь или тринадцать категорий информации или непрерывная информация). Во время эксперимента фиксировались ошибки в слежении и контрольное перемещение.

Повышение точности информации об ошибках, предъявляемой на дисплее (увеличение количества информационных категорий), приводило к ускоренному снижению количества ошибок в слежении (рис. 6.4). В основном улучшение наблюдалось в диапазоне от 3 до 7 категорий. По мере увеличения квалификации оператора степень роста эффективности его деятельности, являющейся результатом возросшей точности информации, снижается. Влияние повышения точности не зависит от трудности задачи, за исключением тех случаев, когда контрольное перемещение является критерием измерения.

Пример 158. В другом исследовании испытуемые должны были одновременно решить две задачи, которые имитировали операции, выполняемые капсулой космического аппарата «Меркурий»: процедурную задачу и задачу слежения за тремя параметрами, усложненной необходимостью контроля за расходом топлива.

Обратная связь предъявлялась посредством изменений интенсивности шума. Манипуляции специфичностью осуществлялись с помощью изменений ширины пяти зон слежения за ошибками. Чем ниже была эффективность, тем громче оказывался шум. Таким образом, условия «слабого шума» обозначали, что зоны ошибок были очень узкими, и лишь небольшое количество ошибок требовалось для включения самого громкого

шума. В условиях «сильного шума» требовалось гораздо большее количество ошибок, чтобы включить самый громкий шум.

Во время обучения группы, получавшие усиленную ОС, предъявляемую в виде шума, допускали меньше ошибок в слежении, чем контрольные группы, хотя их технические средства не отличались существенно друг от друга. Однако специфичность мало соотносилась с эффективностью деятельности при переносе в другие условия. Группы со средним уровнем шума действовали значительно хуже, чем группы, работавшие в условиях сильного и слабого шума.

Пример 159. Задача заключалась в том, чтобы с помощью 120 фотографий определить, на сколько градусов следует по-

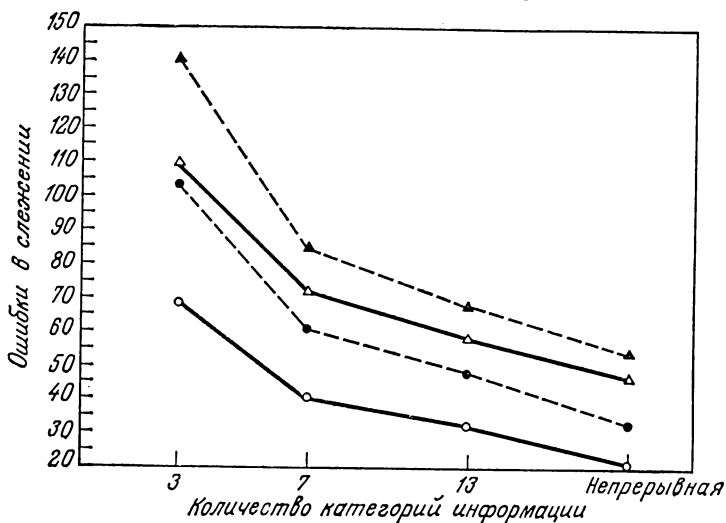


Рис. 6.4. Эффективность слежения в зависимости от специфичности СС (печатается с разрешения из работы Ханта, *Hum. Factors*, 1961, пример 157).

●—● «легкая» задача, первый сеанс; ○—○ «легкая» задача, второй сеанс;
▲—▲ «трудная» задача, первый сеанс; △—△ «трудная» задача, второй сеанс.

вернуть стрелку размером 6,4 см, чтобы она стала параллельной линии, касающейся конца стрелки. ЗР передавались устно следующим образом: 1) никакой информации; 2) «правильно», если ошибка не превышала одного градуса, в противном случае — «неправильно»; 3) «правильно», если обеспечивалась приблизительная точность, в противном случае — «неправильно»; 4) «выше» (или ниже) X градусов и 5) корректный ответ с приблизительной точностью. Все группы, за исключением контрольной, после нескольких сеансов стали делать меньше ошибок, продемонстрировав тем самым важность ЗР. Обучение проходило тем успешнее, чем более специфический характер

носило ЗР. Однако отмечалось значительное различие между группами в зависимости от сеансов обучения. Хотя смежные группы (с приблизительно равным количеством специфичности) не отличались друг от друга существенным образом, группы, территориально разнесенные друг от друга, отличались весьма заметно. Вследствие этого специфичность оказывает существенное влияние лишь тогда, когда ее рост значителен.

ТОЧНОСТЬ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Точность обратной связи включает в себя два компонента: достоверность сообщения, получаемого по ОС, и его интерпретацию оператором. В учебной ситуации ОС должна всегда быть точной, но ее предъявление может быть недостаточно адекватным, вследствие чего и ее восприятие оператором не всегда корректно. В операционной системе ОСсс должна точно отражать состояние системы, но интерпретация информации оператором (т. е. признаков нарушений в функционировании) может быть ошибочной. В высокодетерминированной ситуации ОСпос (например, донесения с поля боя) может лишь частично информировать о том, что в действительности произошло вследствие действия, вызвавшего обратную связь; предъявление ОС может быть ошибочным, и оператор может не понять ее значения. Ошибочная интерпретация ОС может быть следствием разных причин.

Характеристики стимулов

Значительная часть информации, предъявляемой по ОС, может быть неразличимой из-за характеристик ее стимулов. Например, трудность может заключаться в отличии информации ОС и шумовых сигналов, если та и другая тесно связаны друг с другом. Входные характеристики, описанные в гл. 2, влияют на способность оператора анализировать стимулы ОС.

Противоречивые изменения в среде

Если та или иная система лишь частично контролирует изменения, происходящие во внешней среде, или не располагает никакими средствами их контроля, информация ОС о результатах действий данной системы, касающихся состояния окружающей среды, может оказаться противоречивой или непредсказуемой. Вышесказанное характерно для ситуаций установления контроля над системами противника недетерминированного типа (например, военными системами), когда может возникнуть трудность в интерпретации действий противника в ответ на действия данной системы.

Задержанная или неполная ОС

Иногда передача информации по ОС задерживается настолько, что оператору трудно бывает идентифицировать действия, обуславливающие ОС. (Какое именно из его действий вызвало данный эффект?) Таким образом, в вероятностной ситуации, в соответствии с которой оператор вырабатывает свой ответ на основе большего числа последовательных входных сигналов, ОС может включаться на таких низких частотах или с таким нерегулярным перерывом, что появится трудность в соотношении ОС с вызвавшим ее действием. Возможно, лишь часть информации, содержащейся на входе ОС, может дойти до воспринимающего ее оператора. Информация может быть не очень специфична или связана с относительно несущественными или даже нерелевантными аспектами ситуации. Проблема точности ОС весьма часто возникает и особенно важна в условиях недетерминированной системы, а также в системах, предназначенных для контроля стохастической среды или других систем в этой среде. Точность обратной связи может также стать трудно разрешимой проблемой в многооператорных системах, если ОС, предъявляемая на основе командного ответа, не относится к деятельности самого оператора как таковой (подробнее обсуждение этого вопроса приводится в следующем разделе).

Проблемы интерпретации, противоречивости и неполноты данных значительно реже возникают в условиях высокоструктурированных систем, поскольку последние обычно содержат намного меньше параметров ОС, а связь между ОС и обуславливающим ее возникновением действием понять сравнительно легко. Проблемы точности ОС, возникающие в условиях структурированных систем, обычно связаны с недетерминированным характером подсистем (например, неисправное функционирование в подсистеме контроля). Проблемы точности ОС возникают в первую очередь в операционных системах, хотя большая часть исследований, посвященных ОС, довольно странным образом касается учебного контекста.

Попытки системотехника спроектировать вполне надежную ОС могут оказаться неудачными или вследствие того, что им не точно были определены типы передаваемой по ОС информации и ее назначение, или из-за трудностей предъявления информации в сложных системах, описывающей все релевантные изменения в подсистеме и системе. Кроме описанных ниже примеров исследований в [20, 51, 88] также изучалась и проблема дезинформации.

Выводы. Эффективность деятельности оператора связана обратной зависимостью с объемом дезинформации, предъявляемой

ОС. Адекватность, с которой операторы могут отфильтровать неточную ОС, является убывающей функцией от объема передаваемой по обратной связи неточной информации в процентах.

Значение того, что по ОС предъясняется и некорректная информация, помогает действовать с большей точностью. ОС количественного характера, даже если она сопровождается ошибками, эффективнее безошибочной качественной (неспецифической) ОС.

Примеры исследований

Пример 160. Данная задача включает в себя анализ традиционной модели: испытуемый должен научиться нажимать на одну из двух клавиш, когда загорается одна из серии лампочек. Обратную связь обеспечивали смонтированные отдельно красные и зеленые лампочки. Объем дезинформации менялся в зависимости от общего количества сеансов, во время которых предъяснялась неточная информация, оцениваемая по принципу «правильно — неправильно» в процентах (0, 12, 20, 30, 40 и 50). Некоторые из испытуемых были предупреждены о том, что они будут получать дезинформацию.

По мере увеличения объема дезинформации снижалось качество обучения. Однако по мере увеличения знания испытуемых о неточной информации количество неудовлетворительных ответов, связанных с дезинформацией, сокращалось. В действительности испытуемые, получавшие в полном объеме сведения о предъяснении дезинформации, выполняли операции почти с такой же эффективностью, как и испытуемые, совсем не получавшие дезинформации.

Саундерс и Неймарк [94] также обнаружили, что при формулировании общего плана действий оповещенные относительно дезинформации испытуемые действовали более эффективно, чем испытуемые, не осведомленные на этот счет. Макворт [81] нашел, что эффективность обнаружения при ошибочном ЗР занимает промежуточное место между эффективностью деятельности с ложным ЗР и деятельности без всякого ЗР. В [10, 72, 103] показано, что при выполнении деятельности, связанной с решением задач на испытание бдительности, неправильное ЗР обеспечивает ту же эффективность, что и точное ЗР. Что касается задачи на время ответной реакции, то в работе [87] отмечается, что испытуемые, получавшие ошибочное ЗР, действовали эффективнее, чем испытуемые, вообще не использовавшие никакого ЗР.

Пример 161. Ситуация с принятием тактических решений, описанная в примере 98, представляет особый интерес, так как большая часть информации, используемая в наиболее совре-

менных системах, носит вероятностный характер. Переменные величины эксперимента представляли собой: 1) ОС на выходе системы, представляющую информацию (успех/неудача); 2) точную ОС в количественном выражении (P_s); 3) ОС, отклоняющуюся от правильной ОС на σ величину равную 5%, и ОС, отклоняющуюся от правильной ОС на величину σ , равную 10%. ОС предъявлялась после выбора оператором одной из альтернатив. По 126 проблемам правильное P_s составляли 73,4%; при количестве ошибок σ , равном 5—67,8; при σ , равном 10%,—66,1% и при использовании ОС на выходе системы — 59,5%.

Хотя ошибочная ОС и уменьшала эффективность деятельности, связанной с принятием решения, значительных различий между двумя группами, получавшими дезинформацию в разном количестве, не обнаружилось. Операторы были относительно нечувствительны к малым увеличениям объема неточной ОС. Поэтому системотехник не должен придавать слишком большое значение (разумеется, с точки зрения оператора) доведению количества ошибок в своей системе до минимума. Для того чтобы определить критический уровень неправильной ОС, ведущей к значительному снижению эффективности, требуется проведение дальнейших исследований.

Что касается специфичности ОС, нужно отметить, что небольшое количество ошибок в ОС количественного характера более благоприятно для деятельности, чем использование качественной ОС на выходе системы (или неспецифической ОС). Из этого следует, что выполнение задачи по принятию решения (и, по-видимому, и других типов задач) может быть улучшено с помощью вспомогательных, например технических, средств (таких, как компьютеры), обеспечивающих количественную ОС, даже если она не вполне точна.

Пример 162. В более раннем исследовании [99] отмечалось, что ЗР, вероятно, увеличивает точность счета. В 162 примере 40 испытуемых должны были подсчитывать количество быстро предъявляемых звуковых сигналов. Переменные величины были представлены количеством сигналов (последовательности 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 и 40 звуков) и отношением правильной ОС к неправильной (соотношение количества предъявленных звуковых сигналов и дезинформации). При использовании в качестве критерия исследования суммы допущенных ошибок можно сказать, что точность действий оператора растет по мере увеличения его знания о количестве предъявляемых звуков; как нетрудно себе представить, деятельность оператора оказалась эффективнее при более длинных последовательностях. Эффект дезинформации заключался в увеличении количества ошибок, причем

это явление можно считать общей закономерностью (см. III фазу результатов, рис. 6.5).

Выводы. Дезинформация, возникающая при трансформации данных ОС, не снижает эффективности деятельности, так же как и ОС, «правдивость» которой широко варьирует.

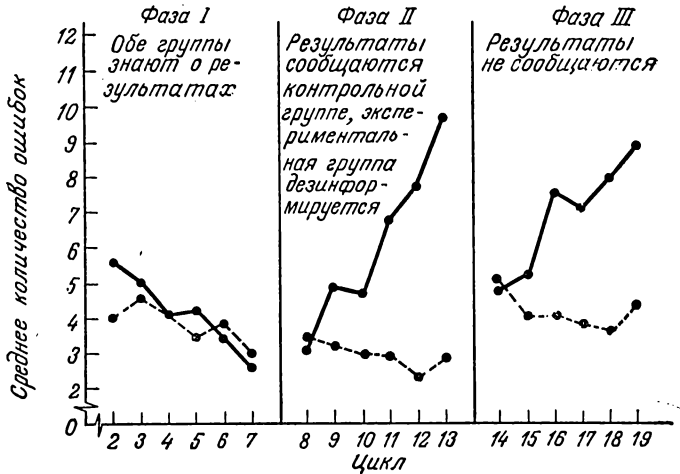


Рис. 6.5. Эффективность счета в зависимости от объема дезинформации (печатается с разрешения из работы Монти, *Hum. Factors*, 1962, пример 162).

● — экспериментальная; ● — контрольная.

Примеры исследований

В нескольких исследованиях ([16], пример 161) изучалось влияние трансформаций ОС. при которых объем допущенных в действительности ошибок уменьшался, расширялся или трансформировался иным образом. Дезинформацией можно считать и искажение некоторой части информации, обеспечиваемой ОС. Влияние этих трансформаций часто было незначительным. Например, в [98] обнаружено, что расширение объема ОС путем умножения базовой величины шкалы ОС на различные коэффициенты, кратные десяти, было неэффективным в том, что касается получения и подтверждения дискретного ответа о положении кнопки. Вероятно, интенсивность, которая не позволяет принимающему решению оператору быть столь же эффективным, что и алгоритм, составленный на основе байесовой модели (негативный эффект), уменьшает его зависимость от случайных ошибок в данных, передаваемых по обратной связи из окружающей среды (позитивный эффект).

Пример 163. В данном исследовании использовалась задача аналогичная вышерассмотренной, которая заключалась в том,

что испытуемый должен был передвигать рычаг почти вслепую (т. е. не имея возможности пользоваться шкалой в качестве указателя направления перемещения). Таким образом, все сигналы испытуемый получал по ОС, обеспечиваемой экспериментатором. Объем ОС произвольно увеличивался или сокращался, и влияние дезинформации на деятельность носило явно выраженный негативный характер.

Пример 164. В этой задаче испытуемые, действуя вслепую, должны были установить показания прибора на определенной отметке путем поворота винта микрометра. Точность ответа испытуемого в каждом последующем сеансе эксперимента зависела от сообщения экспериментатора о результатах действия испытуемого в предыдущем сеансе. ЗР изменялось следующим образом: 1) без перемещения отметки, 2) отметки перемещались с отрицательным ускорением и 3) отметки перемещались с положительным ускорением. Группа, использовавшая истинное ЗР, обнаружила большую точность в первых сеансах, однако после приблизительно восьми сеансов все группы действовали одинаково хорошо. Следовательно, если дезинформация налицо, а в своих ответах испытуемый использует внутреннюю ОС (пускай даже не в самом начале эксперимента), он в состоянии научиться использовать ее для противодействия влиянию ошибок.

Из исследований видно, что трансформация не оказывала серьезного отрицательного влияния на деятельность. Однако использованные в них задачи были крайне легки, и не исключено, что при выполнении более сложных задач (например, вероятностных) дезинформация будет влиять заметнее. С другой стороны, возможно, что дезинформация оказывает значительное влияние лишь в тех случаях, когда «истинность» информации, передаваемой по ОС, варьирует в достаточно широком диапазоне.

СРЕДСТВО ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ

Обратная связь может предъявляться визуально (с помощью табло) в звуковой форме, путем прямой коммуникации, с помощью радио и в текстуальном виде. ОС можно, конечно, предъявить еще и тактильным, кинестетическим способом или даже через органы обоняния. Проведен ряд исследований по анализу этих возможностей (например, [38]), однако столь экзотические средства предъявления носят лишь экспериментальный характер и редко применяются в операционных системах.

Большей частью в сложных системах ОС предъявляется визуально или вербально, хотя довольно широко применяется и текстуальная форма. Если существует возможность выбора

одного из средств предъявления, естественно, возникает вопрос: какой способ гарантирует наибольшую эффективность деятельности?

При подходе к ознакомлению с этим вопросом следует вспомнить результаты анализа, изложенного в гл. 5, где утверждалось, что вербальная коммуникация менее эффективна, чем визуальная (пример 143).

У проектировщика нет полной свободы выбора того или иного средства предъявления ОС, который часто обуславливается другими факторами системы. Например, если информацию ОС нужно передавать на значительное расстояние, то ее нельзя предъявлять непосредственным вербальным способом, хотя в этом случае вполне приемлема, например, телефонная связь. Если передаваемая по ОС информация изменяется по нескольким параметрам, то, вероятно, ее придется кодировать (см. гл. 2) и передавать визуальным способом, поскольку в звуковой ОС можно использовать сравнительно немного переменных параметров.

Следует также учитывать особую функцию, которую должна выполнять ОС. Например, прямую вербальную ОС можно считать эффективнее в мотивационном отношении, чем ОС, предъявляемую автоматически, поскольку предполагается, что присутствие человека само по себе должно в большей степени мотивировать другого человека, чем табло. Применение прямой вербальной ОС в целях мотивации, естественно, почти всегда имеет второстепенное значение по сравнению с информационными целями.

Возможно, что каждое средство предъявления оптимально для того или иного типа задачи. А в этом случае изучение вопроса о форме предъявления, если оно проводится на материале только одной задачи, может привести к ошибочным выводам.

Выводы. Для изучения рассматриваемой переменной величины обычно использовалась задача бдительности, в которой эффективность средства предъявления ОС в значительной мере зависела от используемого способа измерения эффективности. Прямое предъявление обратной связи операторам может повышать эффективность деятельности больше, чем автоматическое предъявление.

Примеры исследований

Пример 165. В данном исследовании задача заключалась в обнаружении сигналов (периодическое включение и выключение лампочки), как только они предъявлялись. Переменные величин

ны, подвергавшиеся анализу, представляли собой результат сравнения вербального и невербального ЗР, когда последний предъявлялся визуально или в звуковой форме, и два типа ЗР, об обнаружении и пропущенных сигналах. Если единицей измерения считать долю обнаруженных сигналов в процентах, то вербальное ЗР превосходит невербальное по эффективности, слуховое ЗР оказалось эффективнее визуального, а ЗР о пропущенных сигналах оказалось эффективнее, чем ЗР об обнаруженных сигналах (рис. 6.6). При вербальной ОС не было замечено различий между ЗР о пропущенных и обнаруженных сигналах, но при невербальной ОС ЗР о пропущенных сигналах было эффективнее, чем ЗР об обнаруженных сигналах.

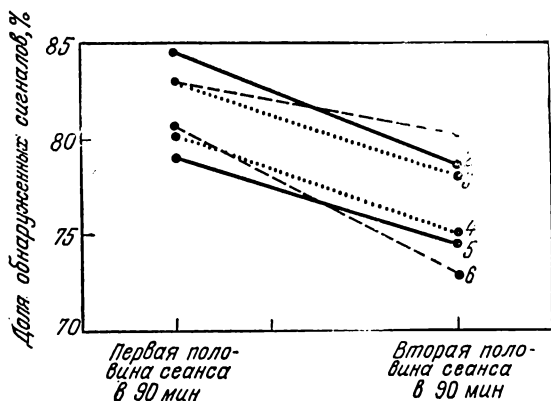


Рис. 6.6. Обнаружение сигналов как функция средства предъявления ОС (печатается с разрешения из работы Уэйра и Бэкера, *J. Eng. Psychol.*, 1964, пример 165).

1 — звуковая форма ЗР; 2 — ЗР о пропущенных сигналах; 3 — вербальная форма ЗР; 4 — невербальная форма ЗР; 5 — ЗР об обнаруженных сигналах; 6 — визуальная форма ЗР

Пример 166. В данном исследовании была предпринята попытка распознать дифференцированную роль информационной и мотивационной ОС путем идентификации той и другой с разными способами предъявления. Гипотеза состояла в том, что механическое предъявление ЗР (т. е. с помощью световых сигналов) положительно влияет на информационный вход, в то время как прямое вербальное предъявление ЗР наблюдателем усиливает мотивационный аспект ОС. Анализовалась ситуация с часами Макворта (обнаружение двойных скачков движущейся часовой стрелки). Переменные величины представляли собой отсутствие ЗР, вербальное (наблюдатель) ЗР и автоматическое ЗР.

Результаты показали, что тип, предъявления оказывает существенное влияние на деятельность; вербальное ЗР давало

на 10—15% больше обнаружений, чем световые сигналы. Различия между автоматическим ЗР и отсутствием ЗР оказались незначительными. Превосходство вербального ЗР сохранялось в течение всего эксперимента вплоть до восьмого дня, когда все группы оценивались при отсутствии ЗР. Вероятно, влияние ЗР сохраняется и при задержке его предъявления; различные группы поддерживали относительный уровень эффективности своей деятельности в течение 8 дней.

УРОВЕНЬ ИСТОЧНИКА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

В многооператорной системе обратная связь может быть значительно более сложной, чем ОС в системе с одним оператором. В последнем случае обычно существуют два типа параметров ОС: параметры, характеризующие деятельность оператора, и выходные данные системы (которые вследствие тесной связи между оператором и системой в однооператорных системах часто идентифицируются с деятельностью индивида). В многооператорной системе ОС может описывать деятельность на различных уровнях, а именно с позиций а) оператора, б) его товарищей по команде, в) подсистем, отличных от тех, в которых действует оператор, и г) системы в целом. Обратная связь в многооператорной системе может поэтому позволить оператору оценивать свою деятельность по критериям, специфичным именно для его работы и в ее отношении к деятельности других членов команды, функционированию подсистем и системы в целом.

Очевидно, ОС особенно приемлема, когда она устанавливает связь с ответами самого оператора или с выполнением задачи и в меньшей степени когда она описывает более высокий уровень деятельности, по отношению к которому деятельность самого оператора является лишь составной частью. Такая ОС в литературе получила название «смешанной», поскольку она отражает общий вклад разных операторов.

Не следует думать, что смешанная ОС — это ошибочная информация. ОС более высокого порядка обычно бывает совершенно достоверной и включается в систему ради специфических, вероятно, необходимых целей. (При системном проектировании стараются обеспечить минимальный объем ОС, необходимый для функционирования системы на заданном уровне; все, что выходит за рамки этого минимального объема, расточительно и излишне. Более того, все усилия прилагаются к тому, чтобы обеспечить отдельные рабочие места лишь теми ОС, которые нужны конкретному оператору.) Однако ОС высокого порядка может давать и дезинформирующие сигналы, поскольку

ку ее взаимосвязь с ответными реакциями операторов носит иногда скрытый характер. Так как командная, подсистемная и системная ОС лишь частично релевантны деятельности самого оператора, то в результате проведения организационных мероприятий, направленных на регулирование деятельности, можно ожидать некоторой потери эффективности.

Перед исследователями стоят три насущных вопроса.

1. Как различные типы ОС влияют на деятельность оператора и системы в целом в многооператорных системах? Это затрагивает одну из центральных проблем, с которыми сталкивается специалист по бихевиоральным наукам, а именно выявление связи деятельности оператора с общим результатом работы системы (гл. 1).

Возможно, что чем сложнее многооператорная система, тем меньшее влияние оказывает деятельность любого отдельного оператора на общий результат работы системы (за исключением тех случаев, когда оператор занимает ключевую позицию). Эффективность ОС для деятельности оператора может уменьшаться по мере роста сложности системы.

2. Насколько эффективно ОС влияет на деятельность отдельного оператора в зависимости от уровня источника ОС (т. е. уровня, на котором она возникает)?

Возможно, что чем дальше расположен оператор от источника ОС, которую он получает, тем меньше ее влияние. Из этого логично сделать вывод относительно того, что ОС, описывающая другие подсистемы или более высокий уровень функционирования системы, может сбивать оператора с толку, поскольку он интерпретирует ОС в первую очередь относительно собственной деятельности.

3. Каким образом можно определить необходимый объем ОС всех типов в соответствии с требованиями системы?

С точки зрения системотехника, этот вопрос имеет существенное значение. Хотя определенная часть ОС для операций, выполняемых системой, безусловно необходима (например, предупреждение об опасности, информация о состоянии приборов, имеющих критическое значение), системотехник все-таки в определенной степени может контролировать объем и тип ОС, которую он обеспечивает с помощью устройств отображения информации, характеризующих состояние системы. Очевидно, он не может обеспечить ОС для каждого действия оператора и для любого изменения в системе. Поэтому он должен выбирать одну из альтернатив. Выбор *предпочтительного* стимула ОС может стать первостепенной проблемой для системотехника при проектировании включения ОС в его систему. В специфическом контексте системы на этот вопрос можно ответить лишь

путем анализа задач системы, хотя общие исследования по ОС помогут решить принципиальные вопросы.

Предыдущие параграфы характеризуют ОС *в процессе* выполнения системных операций. Однако ОС может предъявляться и *вслед* за операциями системы в форме *обсуждения* задач команды, носящего специфический инструктивный характер и в основном касающегося команды в целом, а не какого-нибудь отдельного оператора; при этом рассматриваются не столько специфические дискретные ответы, сколько задача в целом.

Объем сведений, относящихся к затронутым здесь вопросам, невелик. Почти во всех исследованиях описывается индивидуальная ОС, реже — командная, и еще меньше исследований посвящено ОС подсистемы и системы.

Выводы. Эффективность деятельности оператора в значительной степени зависит от уровня источника ОС. Влияние ОС тем заметнее, чем ближе ее источник к оператору.

Примеры исследований

Пример 167. Это исследование описано достаточно детально, поскольку представляет собой модель того, каким должно быть исследование многооператорной системы, а также вследствие того внимания, которое уделяется в нем как системным операторам, так и параметрам отдельного оператора.

Исследовалась сложная система обработки информации, уже описанная в примере 42. Она была предназначена для сбора информации с помощью разведывательных полетов, передачи этой информации, определения ценности информации для предсказания с ее помощью расположения цели и в использовании этих предсказаний для управления полетом.

Эффективность деятельности изучалась в зависимости от четырех уровней отдаленности ОС. Сравнивались следующие условия: а) выходные данные, получаемые от оператора и его партнера на стадии обработки ОС-1, б) выходные данные на стадии ОС-2 второго оператора, который обрабатывал выходные данные, получаемые от операторов ОС-1, в) выходные данные от всех операторов на стадии ОС-2 и г) выходные данные третьего оператора на стадии ОС-3. Названные выше условия сравнивались с ситуацией, в соответствии с которой ОС отсутствовала вообще. Четыре оператора-разведчика (ОР) участвовали на первом этапе работы системы; два командира секторов (КСЕК) и их помощники участвовали на втором, а на третьем этапе принимал участие командир самолета (КСАМ),

Пока изменения условий ОС касались лишь ОР, эффективность деятельности измерялась эффективностью деятельности

ОР. Некоторые показатели прямо соотносились с деятельностью ОР (выходные данные, операционные издержки, эффективность); другие показатели лишь косвенно были связаны с влиянием изменений ОР (параметры эффективности деятельности соответствовали уровню КСЕК и КСАМ). Результаты исследования приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Показатели эффективности ОС как функции уровня источника¹⁾

Показатели стоимости и эффективности ОР

1. Нет различий между условиями ОС для общего количества полетов.
2. Значительные различия между условиями ОС по времени использования самолетов, в первую очередь на первом (ближайшем) уровне источника ОС, а именно (ОС-1); другие условия ОС не отличаются.
3. Хотя различия незначительны, эффективность деятельности была выше по всем трем показателям при первом условии относительно источника ОС.

Показатели выходных данных ОР

1. Нет значительных различий ОС относительно этих показателей.
2. Команды с разными составами по-разному реагировали на изменение условий.

Системные показатели

1. Общий показатель количества рекомендаций, предложенных КСЕК в условиях ОС-1, был значительно выше, чем тот же показатель в других.
2. Нет значительных различий для ряда рекомендаций, предложенных КСЕК для КСАМ.

¹⁾ Пример 167.

Хотя большая часть исследованных параметров и не продемонстрировала значительных различий между собой в отношении условий ОС, тем не менее проявилась устойчивая тенденция к увеличению эффективности деятельности, когда ОС основывалась на выходных данных ОС-1. Если общие результаты попытаться расположить в соответствии с их значимостью в зависимости от условий ОС для разных параметров, эффективность окажется самой высокой для шести параметров из девяти на стадии ОС-1.

Из-за несколько разочаровывающих результатов первого исследования было выполнено второе, в котором рассматривались аналогичные задача и среда.

В отличие от предыдущего исследования, где ОС пользовались лишь ОР (первый этап), в данном исследовании ОС получали также КСЕК и КСАМ (второй и третий этапы). Использовались два разных вида ОС: ОС — С (обратная связь по силе воздействия: количество и значимость квадратов на карте, включенных в планы полетов КСАМ) и ОС-Э (обратная

связь по эффективности: количество рекомендуемых зон наблюдения, разделенное на общее количество зон, включенных в план полетов КСАМ). В условиях третьего эксперимента обеспечивались оба вида обратной связи: ОС-С и ОС-Э. Показатели эффективности были в значительной мере нечувствительны к манипулированию ОС на более высоких уровнях системы.

Исследователи нашли это странным, так как ОР контролировались на более высоком уровне системы, но это подтверждает предыдущую гипотезу о том, что влияние ОС на оператора убывает по мере увеличения сложности системы. Отсутствие заметного влияния ОС может также вытекать из способности ОР давать рекомендации, необходимые для достижения гибкости на более высоких уровнях системы без изменения стратегий.

На уровне экипажа и (или) системы (ОС-2, ОС-3) различия между условиями ОС были значительны для ряда квадратов, разведанных КСЕК. Самое большое количество квадратов было опознано в условиях ОС-С (более специфической ОС) и наименьшее — когда по ОС передавалась информация об эффективности деятельности (менее специфическая ОС). Если обеспечивались оба типа ОС, опознавалось среднее количество квадратов.

Анализ по силе и эффективности полетов КСЕК также обнаружил значительные различия в ОС. По обоим показателям максимальная эффективность достигалась в условиях одновременного использования ОС по силе и эффективности. На командном уровне ответной реакцией на любое условие ОС было явное стремление операторов использовать стратегии, максимизирующие все получаемые ОС.

Представляется очевидным, что деятельность оператора неоднозначна и зависит от того, получает ли он ОС, основанную непосредственно на результатах работы системы в целом, или эта ОС основана на выходных данных этапа, следующего за выполнением определенных процессов другими операторами.

В тех случаях, когда эффективность определяется несколькими факторами, представляется весьма вероятным, что самая главная функция ОС заключается в содействии выбору ответной реакции. В первом исследовании различные типы ОС были не в состоянии обеспечить основу для выбора ответа. В подобных обстоятельствах единственная реакция на ОС выражалась в виде повышения уровня активности операторов в организации деятельности (мотивационный эффект?).

Во втором исследовании ОС носила ярко выраженный ин-структивный характер. Чтобы действовать адекватно, операторы должны были принимать разные стратегии. Они реагировали на ОС и регулировали свою деятельность таким образом, чтобы

максимизировать результаты своей работы на основе всей получаемой информации. Эти результаты подтверждают вывод о том, что ОС может оказывать заметное влияние на операторов, выполняющих сложные системные задачи, помогая им выбирать нужный ответ из ансамбля возможных альтернатив.

«Если выполнение задачи по своей природе связано с многими параметрами, эффективность обратной связи зависит от объема передаваемой с ее помощью информации, необходимой для оценки альтернативных подходов. Если обратная связь относится к другому типу, то нельзя ожидать изменений в эффективности деятельности при манипуляции этой обратной связью» (пример 167).

Выводы. Обычно оператор в командных задачах обучается быстрее и достигает более высокого уровня эффективности, когда передача по ОС обеспечивается напрямую с ним, т. е. в тех случаях, когда ОС имеет индивидуальный специфический характер, и если одному человеку невозможно компенсировать ошибки товарищей по команде. Целесообразность командной ОС проблематична.

Примеры исследований

Пример 168. Холл [45] провел оригинальное исследование смешанной ОС. Задача заключалась в установке отметки микрометра на определенном делении при невидимой шкале в условиях, когда оператор делает это, основываясь на собственном предположении относительно выполняемых действий. Двое испытуемых, составлявших команду, не могли видеть друг друга, и им не разрешалось общаться. Они следили за перемещением своих отметок и одновременно регулировали установку. Экспериментатор для каждого из них передавал информацию о результатах деятельности всей команды, т. е. усредненный показатель точности ответов испытуемых. Обратите внимание на сходство этой ситуации с той, которая включала в себя трансформации ОС (примеры 163, 164).

Переменной величиной, исследуемой в этом эксперименте, был тип ОС, предъявляемой в период, предшествующий обучению. При одном условии каждый член команды обучался с применением ОС, описывающей его собственный ответ, при другом — передавалась информация о результатах деятельности команды, в которых вклады отдельных операторов систематически варьировали (были одинаковы или относились, как 3:1). На этапе тестирования все испытуемые получали одну и ту же обратную связь; вклады отдельных операторов в ре-

зультаты деятельности команды были либо равны, либо соответствовали отношению 3 : 1.

Полученные в результате эксперимента данные позволяют предположить, что в течение этапа тестирования команды, обучавшиеся с применением смешанной ОС, действовали значительно быстрее, чем команды, обучавшиеся с применением индивидуальной ОС, но различия в эффективности их деятельности, по крайней мере при окончании тестирования, были невелики. Не было различий и между двумя условиями с разными вкладами операторов в общекомандные результаты.

Важно отметить, что в отличие от других рассмотренных выше исследований в данном эксперименте смешанная ОС не оказывала никакого негативного влияния.

Выполненное исследование иллюстрирует возможности использования ОС при выполнении компенсаторной задачи.

«При использованной в этом исследовании обратной связи один член команды мог компенсировать ошибки другого. Например, если ответная реакция одного из испытуемых была недостаточной, другой мог повысить интенсивность своей деятельности, так что командный результат получался удовлетворительным... Одна из особенностей обратной связи состояла в том, что для любого из членов команды представлялась возможность компенсировать ошибки другого» [45].

Пример 169. В следующем исследовании рассматривается та же задача. После каждого сеанса для каждого члена двух-операторной команды использовали следующие типы ОС: а) ОС, описывающую результаты ответов отдельных операторов (прямая ОС), б) ОС (второго типа), усредняющую ответы двух операторов и обеспечивающую каждого из них знаниями о среднем результате (смешанная ОС), и в) ОС (третьего типа), передающую каждому члену команды информацию об адекватности ответов его партнеров («другие» ОС). На рис. 6.7 показано влияние разных типов ОС на точность деятельности *отдельного оператора*. Оператор обучался быстрее и достигал более высокого уровня квалификации при прямой, чем при смешанной ОС. Применение смешанной ОС давало лишь незначительное улучшение. Никакого улучшения не наблюдалось при применении «других» видов ОС, которые можно рассматривать либо как отсутствие ОС, либо как дезинформацию.

Влияние разных типов ОС на эффективность *деятельности команды* носит несколько иной характер. Точность деятельности команды явно улучшается при применении смешанной ОС, так же как индивидуальная точность улучшается при прямой ОС (рис. 6.8). Смешанная ОС не способствует тому, чтобы отдельный оператор делал меньший вклад в общекомандный результат, чем при прямой ОС. Две кривые почти идентичны.

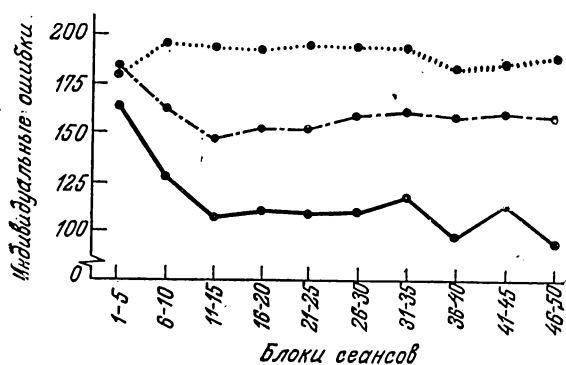


Рис. 6.7. Влияние смешанной ОС на индивидуальную точность (печатаются с разрешения из работы Розенберга и Холла, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 1957, пример 169).

Типы ОС: ●—● прямая; ○—○ смешанная; ●...● «другие».

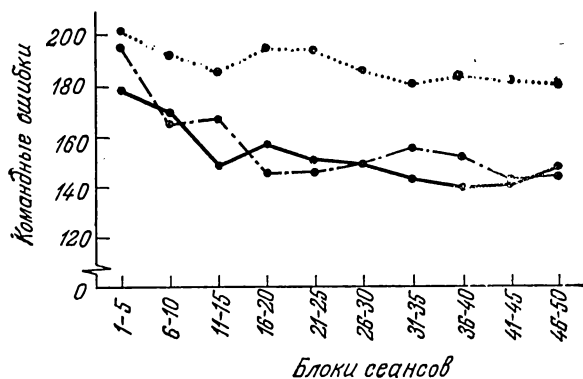


Рис. 6.8. Влияние смешанной ОС на командную точность (печатаются с разрешения из работы Розенберга и Холла, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 1957, пример 169).

Типы ОС: ●—● прямая; ○—○ смешанная; ●...● «другие».

С другой стороны, трудно понять, почему эффективность деятельности команды не повышается при командной («смешанной») ОС в большей степени, чем при прямой.

Важно отметить, что эти результаты относятся к задаче, имеющей явно компенсаторные характеристики, причем в ходе ее выполнения оба члена команды могут научиться адаптироваться друг к другу. Влияние смешанной ОС может изменяться в зависимости от того, потребуют ли условия задачи от каждого из партнеров одинаковой интенсивности действий или вклад

отдельных членов команды в общекомандный результат должен быть различен.

В следующем эксперименте [90] ставился вопрос относительно того, может ли ранее достигнутая индивидуальная точность сохраняться и в условиях смешанной ОС. Испытуемые обучались использованию индивидуальной прямой ОС при выполнении задачи по повороту рукоятки. Затем из их числа были составлены пары, получавшие прямую, смешанную или «другую» ОС. Результаты продемонстрировали быстрое снижение эффективности при использовании «других» видов ОС или смешанной ОС, хотя при применении смешанной ОС было замечено не столь серьезное влияние на деятельность, как при применении «других» видов ОС.

Пример 170. Другая попытка определения характера механизмов, связанных с отношением индивидуальной ОС к командной, предпринята в работе [110]. Исследователь заметил, что результаты эксперимента из примера 169 могли быть понятны, принимая во внимание тот факт, что оба члена команды имели возможность компенсировать ошибки в деятельности другого. Поэтому он разработал задачу на время реакции для команды из семи членов, при выполнении которой членам команды не разрешалось исправлять ошибки других членов.

Задача заключалась в том, чтобы как можно быстрее нажать на клавишу, после чего зажигалась сигнальная лампочка стимула. Половина членов команды пользовалась смешанной ОС (информация о результатах деятельности всей команды), другая половина получала прямую ОС (каждый испытуемый информировался о результатах своей деятельности, деятельности других членов и команды в целом). Это условие показывает, что в исследовании использовались разные объемы информации.

Как и следовало ожидать, при прямой ОС улучшение индивидуального ВР (времени реакции) было значительно большим. Что касается групповой эффективности, команды, действовавшие в условиях прямой ОС, показали явное улучшение, в то время как команды, действовавшие в условиях смешанной ОС, практически не обнаружили улучшения.

Улучшение было в первую очередь результатом индивидуального компонента прямой ОС. Относительно слабые операторы улучшали свою деятельность и при смешанной, и при непосредственной ОС — факт, сравнимый в некотором отношении с тем, который был обнаружен в результате исследований, описанных в примере 75, где более слабые испытуемые улучшали свою деятельность и при независимом обучении, и при обучении в условиях взаимодействия, в то время как более

способные испытуемые улучшали свою деятельность лишь в условиях независимого обучения.

Что касается других исследований ОС в командном контексте, читателю отсылается к серии работ, выполняемых Глазером и его коллегами (примеры 130, 131 и 138 в гл. 5), в которых использовалась модель поощрения. В этих исследованиях эффективность деятельности команд оказалась прямой функцией двух элементов: распределения поощрения (ОС) и структуры команды. В работах [31, 32] найдено, что эффективность деятельности команд снижается при разъединенных параллельных структурах (правильное ЗР обеспечивалось при условии, что хотя бы один из двух членов команды давал правильный ответ, даже если второй ошибался — иными словами, имела место смешанная ОС).

Однако влияние командной ОС на деятельность отдельного оператора ни в коем случае не сводится к дифференциальному поощрению. В работе [53] обнаружено, что индивидуальная деятельность в командном контексте по крайней мере частично зависит от критерия трудности, который в свою очередь находится под влиянием деятельности других членов команды. Джонстон [52] подчеркивает, что поведенческий эффект способностей членов команды [41] и замен, проведенных в команде [111], смягчается командной ОС.

Выводы. Краткое обсуждение результатов работы после выполнения задачи может существенно улучшить использование ОС с целью повышения эффективности деятельности команды при выполнении более сложных задач.

Примеры исследований

Пример 171. Командная ОС необязательно должна быть такой же дискретной и специфичной, как распределение поощрений, используемое в работах [31, 32, 91]. Обратная связь может реализоваться в форме групповой дискуссии после выполнения задачи, где обсуждаются функции, выполняемые командой, и проблемы, с которыми пришлось столкнуться команде в предшествовавшей обсуждению практике. Вопрос заключается в том, повышает ли эффективность деятельности такого рода отсроченная ОС, носящая весьма общий характер.

Использовалась задача, связанная с противовоздушной обороной. В ходе ее выполнения предполагалось осуществить обнаружение и опознание самолетов противника, отображаемых на дисплее; требовалось также выбрать адекватное вооружение и т. д. Половина группы операторов проводила дискуссию после каждой смены.

По 13 измеряемым функциям (например, обнаружение, составление плана, установление и поддержание слежения) команды, проводившие краткие обсуждения, значительно повышали эффективность своей деятельности (в сравнении с исходным уровнем), в то время как по 12 другим эффективность деятельности команд, не проводивших кратких обсуждений, либо оставалась неизменной, либо несколько снижалась. В среднем повышение эффективности деятельности команд, проводивших краткие обсуждения результатов, составляло для команды *A* 35,1%, а для команды *C* 49,6%. Повышение эффективности деятельности команд, не проводивших кратких обсуждений, составляло для команды *B* 0,1%, а для команды *D* — 4,6%.

Определенные функции команды улучшались значительно заметнее других. Предложенное объяснение этого носит весьма гипотетический характер. Данные свидетельствуют об обратной зависимости между наглядностью функции и степенью улучшения выполнения этой функции в результате кратких обсуждений. Высокая наглядность может соответствовать высокой внутренней ОС. И наоборот. Функции, дающие меньше информации об адекватности деятельности *в процессе выполнения* операций (менее наглядные), обнаруживают более заметное улучшение в результате использования ОС, представляемой после деятельности, чем функции, связанные с представлением меньшего объема информации. Это обстоятельство иллюстрируется табл. 6.2, в которой приводится пять функций, расположенных по степени наглядности, от высокой до низкой.

Таблица 6.2

**Наглядность функции, связанная со средним
повышением эффективности деятельности¹⁾**

Функция	Наглядность	Среднее повышение эффективности деятельности при завершении эксперимента в сравнении с исходным состоянием, %	
		Краткое обсуждение результатов	Без обсуждения результатов
Тактическое действие	Высокая	14,0	11,5
Установление слежения		46,5	1,5
Процессы на выходе	Средняя	35,5	5,5
Осуществление слежения		49,0	—6,5
Побочный выход	Низкая	62,0	—9,5

¹⁾ Пример 171.

Авторы данного исследования предлагают определенные гипотезы относительно идентификации функций высокой наглядности в командных ситуациях. Наиболее наглядной функцией считается та, в соответствии с которой соблюдаются следующие условия:

1. Результаты действий оператора непосредственно предъявляются ему и его контролеру.

2. Оператор, деятельность которого находится под влиянием действий другого оператора, может общаться с ним непосредственно.

3. Оператор может наблюдать за работой других операторов, деятельность которых может зависеть от его действий.

4. Оператор получает информацию о других входных сигналах, воспринимаемых реагирующими на них операторами.

5. Оператор осведомлен о характере и распределении информации, необходимой реципиенту.

«Если функция наглядна, выполняющий ее оператор в состоянии видеть влияние своих действий на деятельность другого члена команды. Поэтому он получает возможность научиться регулировать свое поведение в соответствии с требованиями задачи другого оператора. Если функция обладает низкой наглядностью, оператор не извлекает никакой информации об адекватности своей деятельности из самой операционной ситуации. А если он все-таки повышает эффективность своей деятельности, то это происходит на основе знания о результатах, получаемых каким-то иным способом» (пример 171).

Иными словами, усиленная ОС компенсирует недостаточную наглядность функции со слабой внутренней ОС и усиливает ее.

При выборе системной ОС системотехник должен в первую очередь решить, какая из поставленных задач обладает внутренней ОС (высокой наглядностью). Потом он должен сосредоточить внимание на других задачах, выполнение которых должно быть стимулировано внешней ОС, обеспечиваемой с помощью устройств отображения информации.

Выводы. «Другим» типом ОС, который можно использовать в тех случаях, когда ОС, дающая точную информацию, неприемлема, является согласованная ОС, основанная на согласии большинства членов команды. Согласованная ОС не так эффективна, как ОС, связанная с источниками точной информации; однако при ее использовании удается все-таки получать лучшие результаты.

Примеры исследований

Пример 172. Операторы, интерпретирующие снимки в условиях командной деятельности, могут получать более полную и точную разведывательную информацию, предоставляемую им воздушной разведкой, чем операторы, интерпретирующие снимки в одиночку [18, 30, 93]. Вероятно, согласованное суждение членов команды снижает количество ошибок в идентификации самостоятельно действующих интерпретаторов. Цель данного исследования состояла в изучении механизмов этой ОС.

Эксперимент включал в себя сравнение результатов деятельности на этапах, предшествующих тесту и после теста, а также промежуточную фазу, на которой обеспечивались разные типы ОС, а именно: согласованная ОС (идентификация цели, основанная на согласии по крайней мере двух членов трехоператорной команды) и точная ОС (идентификация известных целей, производимая экспертами).

Результаты экспериментов соответствовали прогнозам: методы точной ОС показали самую высокую общую эффективность (120,4), метод согласованной ОС дал средний результат (107,4) и отсутствие ОС соответствовало самой низкой эффективности (88,0).

Согласованная ОС имеет много общих черт с ОС, обеспечиваемой во время кратких обсуждений. Однако в этом типе ОС нет ничего, что гарантировало бы достоверность информации, и поэтому он, естественно, может давать неверную информацию.

Пример 173. В следующем исследовании условия эксперимента включали в себя: а) сравнение трехоператорной команды с двухоператорной, б) обсуждение результатов или отсутствие дискуссии, в) неоднородные (по подготовленности операторов на начальном этапе) и однородные команды, г) интерпретаторов с высокой, средней и низкой подготовленностью на начальном этапе и д) отсутствие ОС (интерпретаторы действовали самостоятельно).

Интерпретаторы, действовавшие в условиях команды, при применении согласованной ОС обнаружили более заметное улучшение деятельности, чем интерпретаторы, действовавшие самостоятельно. Эти результаты соответствуют тем, которые были получены в предыдущем исследовании.

Интерпретаторы, действовавшие в неоднородных командах, заметнее повышали эффективность по всем параметрам, чем интерпретаторы однородных команд. Менее способные интерпретаторы в неоднородных командах, вероятно, извлекали для себя больший объем информации в результате взаимодействия с более способными членами команды, чем интерпретаторы

в однородных командах (см. в гл. 5 аналогичные результаты исследования, посвященного изучению состава команды). Не обнаружено значительных различий между командами, проводившими и не проводившими дискуссию, а также между трех-операторными и двухоператорными командами.

Выводы. Как и в случае с ОС, предназначенной для отдельного оператора, командная ОС более эффективна, когда она специфична. Однако команда может быть перегружена, если по ОС предъявлять более подробную информацию, чем ту, которую в состоянии использовать персонал.

Примеры исследований

Пример 174. При выполнении очень простой задачи по повороту рукоятки, обычно используемой Розенбергом и его сотр. (см. примеры 168, 169), варьировала степень специфичности информации. При одном условии команда получала информацию лишь в том случае, когда ответ в целом был хорошим или плохим; таким образом, если команда совершала ошибку, члены команды узнавали об этом, но не знали, каким способом следует искать ошибку. При другом условии командная ОС содержала специальное указание относительно направления поиска ошибки. Совместная деятельность была ближе к оптимальной в командах, получавших более специфичную ОС.

Пример 175. Из предыдущего примера можно сделать вывод, что желательно увеличивать информативное содержание ОС с тем, чтобы обеспечить более высокую специфичность. Хотя данное заключение интуитивно представляется разумным, результаты эксперимента, проведенного Хорроксом и др. (47), дают основание для некоторой осторожности. Четырехоператорные команды выносили оценки, касающиеся зоны, высоты и азимута, и использовали эти данные для определения азимутального направления движения цели и ее расстояния от земли. Поскольку эта задача была намного сложнее задачи Розенберга с поворотом рукоятки, обратная связь могла обеспечить гораздо более специфичную информацию, чем в ситуации с простой задачей.

Экспериментаторы давали через ОС либо грубую информацию об ошибках, касающихся направления, либо более точную и объемную информацию. Как это ни странно, эффективность деятельности оказалась выше в условиях менее точной ОС. Очевидно, существует возможность обеспечивать более детальную ОС, чем та, которая необходима или желательна. Это обстоятельство может послужить причиной нереалистических

попыток оператора использовать избыточную информацию. Поэтому, хотя специфическая ОС и желательна, команду нельзя перегружать слишком детальной ОС, приемлемой в условиях сложной задачи. Все это подчеркивает необходимость интенсивного анализа требований задачи перед введением ОС. Возможно также существование взаимодействия между увеличением специфичности ОС и уровнем навыков. Чем подготовленней команда, тем приемлемее использование более детальной ОС, тогда как та же команда при низшем уровне подготовленности, может быть, окажется не в состоянии применить высококачественную ОС.

МОТИВАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ

В начале этой главы отмечалось, что ОС может выполнять мотивационную функцию. Например, Кларк [27] обнаружил, что ОС значительно повышает настойчивость испытуемых, когда они имеют дело с трудноразрешимой задачей по слежению за стрелкой прибора.

Некоторые исследователи [86] заявляли, что между прямой и мотивационной функциями ОС существует дихотомическая зависимость. Они при этом пытались выяснить, какой из них в первую очередь обязана ОС своей эффективностью. В пользу мотивационных факторов говорит и работа, которую провели Локк и его коллеги [66—69].

Локк и Бриан [71] определяли мотивационную ОС как ОС, обладающую в очень малой степени либо вовсе не обладающую инструктивными свойствами (например, ОС, которая не дает оператору информацию ни о характере ошибок, ни об их месте возникновения, а также не ориентирует его относительно того, как эти ошибки можно исправить). В качестве примеров мотивационной ОС можно привести знание общих результатов выполнения задачи, суммирующих результаты отдельных сеансов (неточная ОС) и функционирования ОС, касающегося выполнения простой психомоторной задачи, уже освоенной испытуемыми (учебная ОС). Хотя ОС такого типа может интерпретироваться как сигнал для изменения метода выполнения задачи, она, однако не говорит оператору, какие именно изменения необходимы и каким образом он может исправить свою ошибку. Поскольку чисто мотивационной ОС не хватает инструктивной ценности, ее можно считать менее адекватной, чем информационная ОС.

Существует мнение относительно того, что если ОС не хватает информационной ценности, оператор может использовать ее для целей своей деятельности. Если он интерпретирует данные, обеспечиваемые ОС, как свидетельство неадекватности

своей деятельности, ему необходимо скорректировать ранее поставленную цель таким образом, чтобы повысить эффективность деятельности. Если же оператор интерпретирует ОС как свидетельство адекватности своей деятельности, он будет стараться сохранить свой уровень усилий или стараться снизить его. (Но если ОС не содержит информации, которая бы говорила о способе повышения эффективности деятельности, то каким образом можно добиться этого повышения? Возможно, что мотивационная ОС эффективна лишь для решения хорошо заученных или очень простых задач, при выполнении которых важнее количество, а не качество).

В системах, допускающих корректировку цели, не задают специфических критериев выхода, а оператору просто говорят (конкретно или в общих чертах) о том, чтобы он максимизировал свою деятельность. Можно ли корректировать цели при выполнении структурированных задач, когда один (дискретный) ответ должен вызывать другой (дискретный) ответ (например, при выполнении операций на пульте управления в строго предписанной последовательности)?

Исследования мотивационной ОС дают основание предполагать, что для прогнозирования деятельности недостаточно знать, дана ли оператору ОС. Должно быть еще известно, какие именно цели оператор ставит перед собой, получив информацию по ОС.

Вопрос о состоянии мотивационной и информационной ОС изучался в экспериментальных условиях, в которых ОС в очень малой степени обладала директивными качествами или вовсе не обладала ими. В ходе эксперимента фиксировалось, при каких обстоятельствах ОС способствует повышению эффективности деятельности. Если деятельность улучшается, то можно исследовать мотивационные свойства и директивные качества ОС.

Возможно, однако, что ОС обладает и мотивационными, и инструктивными функциями. Какая именно из этих функций активизируется, зависит от ситуации, с которой сталкивается оператор. От характера проектируемой системы зависит, можно ли использовать мотивационные аспекты ОС. Например, мотивационные функции могут быть особенно полезны при выполнении скучных, повторяющихся задач. Мотивационные параметры могут также оказаться эффективными в системах, выходные данные которых не фиксируются, и оператор может повышать эффективность своей деятельности. Если улучшение результатов благодаря повышению эффективности деятельности не представляется возможным (например, при выполнении операции на пульте управления), мотивационный аспект может остаться нереализованным. Если оператор может извлекать из ОС инструктивные данные, то он будет это делать; в противном слу-

чае он будет использовать лишь ее мотивационные свойства.

Поэтому можно признать тот факт, что цели оператора играют важную роль в регулировании хода выполнения задачи [48, 49, 66], и при этом не отвергать директивной функции ОС [58].

Весьма существенным представляется определение условий, позволяющих ОС оказывать положительное влияние на деятельность оператора благодаря предоставленной ему возможности извлекать из ОС необходимую информацию или благодаря конкретизации цели на основе ОС.

С точки зрения системотехника, легче использовать информационные свойства ОС, поскольку их удобнее модифицировать, чем мотивацию оператора.

Выводы. Один из эффектов ОС заключается в том, что она заставляет оператора корректировать свои цели, что в свою очередь вызывает повышение эффективности его деятельности. Однако корректирование целей требует, чтобы ОС была осмыслена и использовалась как основа для такого корректирования.

Примеры исследований

Пример 176. Классическим трудом, который берут за основу авторы других исследований, является работа Джибса и Брауна [40]. Они требовали от испытуемых выполнять неинтересную, не требующую высокой квалификации и повторяющуюся задачу — копирование страниц с трудными научными отчетами и аналогичными материалами с помощью множительного аппарата. В половине сеансов испытуемые могли видеть счетчик, подсчитывающий количество скопированных страниц, в другой — счетчик был отключен. Испытуемым платили одинаково, за их работой не вели наблюдения, не контролировали в продолжение самой работы, и экспериментатор ни при каких обстоятельствах не комментировал показатели производительности за день. Предполагалось, что результат работы испытуемых определялся ими самими и индивидуальной удовлетворенностью работой. Данные эксперимента показали, что в тех случаях, когда люди могли видеть счетчик, результаты их работы были значительно выше. Разница составляла примерно одну четвертую дневной продукции.

Пример 177. В работе [25] была сделана попытка воспроизвести результаты примера 176. Испытуемым следовало набирать последовательности цифр на клавиатуре перфоратора; ОС обеспечивалась счетчиком, смонтированным на крышке перфоратора. Экспериментальные условия несколько отличались от тех, которые были использованы в работе [40]. (Эти условия

и их влияние на деятельность испытуемых обсуждаются в работе [24].)

В I группе испытуемые не получали никакой информации о результатах своей работы; счетчик совсем не включался. Счетчик включался для II группы испытуемых, но он не устанавливался на нуль в начале рабочего сеанса; таким образом, испытуемый, желающий узнать свою производительность, мог оценить результаты своего дневного труда. Для III группы испытуемых счетчик был постоянно включен и в начале каждого рабочего сеанса ставился на нуль. Испытуемые из IV группы, как и испытуемые из III группы, постоянно пользовались счетчиком, установленным в начале сеанса на нуль. Кроме того, они должны были записывать на специальном бланке показания счетчика и проставлять свои имена и полученные данные; однако экспериментатор, собиравший эти бланки, не делал никаких комментариев.

Между четырьмя использовавшимися группами не было обнаружено различий, приближающихся к уровню значимости, хотя эффективность их деятельности росла в течение 24-дневного эксперимента. Предполагается, что испытуемые корректировали свои цели, однако это не было связано с внешней ОС.

Пример 178. Результаты, аналогичные полученным в выше-рассмотренном примере, сообщаются в другом исследовании, посвященном анализу чисто мотивационного влияния ЗР при выполнении монотонно повторяющейся производственной задачи (шлифовка куска металла до определенного размера и придание ему соответствующей формы). Рабочие индусы в одной из групп не получали никаких сведений относительно результатов их работы за день; в другой группе рабочие могли получать приблизительную информацию, касающуюся их дневной выработки; в третьей группе данные выработки проводились в виде цифровых индексов (которые, однако, не были объяснены). Между группами не обнаружилось значительных различий.

Пример 179. В работе [71] были получены другие результаты. В эксперименте использовалась простая, хорошо изученная задача на сложение. Условия представляли собой грубое знание результатов (ЗР) и незнание результатов (отсутствие ЗР), а также трудные и легкие цели. Результаты при наличии ЗР предъявлялись в такой форме, что их нельзя было использовать для постановки целей. Испытуемые с трудными и легкими целями, с другой стороны, информировались лишь о степени продвижения к стандартному уровню, заданному экспериментатором.

Испытуемые с трудными целями работали значительно быстрее, чем испытуемые с легкими целями, но наличие ЗР и его отсутствие не приводили к различиям в эффективности

деятельности. Очевидно, при выполнении такой простой задачи ОС не приносит особой пользы. Результаты приведены на рис. 6.9. Эти выводы, как и следовало ожидать, дают основание предполагать, что эффективность деятельности растет, если оператор корректирует свои цели (уровень ожиданий). В работе [29] также было найдено, что ЗР непосредственно влияет на уровень целей, но проблема не так проста, поскольку эффективность предыдущей деятельности модифицирует цели.

Из этих исследований можно сделать вывод, что в операционной ситуации желательно не только обеспечить ОС, но и

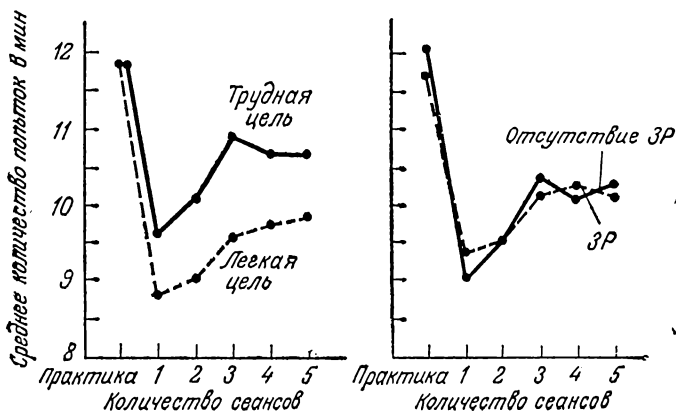


Рис. 6.9. Количество попыток, предпринимаемых для решения проблемы, как функция ОС и целей (печатаются с разрешения из работы Локка и Бриана, *J. Appl. Psychol.*, 1969, пример 179).

гарантировать, чтобы она была релевантна определенным стандартным действиям оператора.

При системном проектировании ОС следует поставить несколько вопросов. Нужна ли оператору ОС? Позволяют ли ему система и задача таким образом модифицировать свою деятельность, чтобы использование ОС было обеспечено? Каким образом оператор получает ОС? Какое влияние оказывает способ организации ОС на его деятельность?

Пример 180. Достаточно сложный вопрос, касающийся мотивационных факторов ЗР, рассмотрен в работе [63], где была предпринята попытка объяснить отличие результатов, полученных в примерах 176 и 177.

Выполнялась производственная операция, связанная с работой по складированию в магазине. Семь работников должны были собрать некоторые предметы в коробку, выбрать их в заданном количестве, расставить в соответствии с их

ассортиментом, пересчитать, собрать в связки с разным количеством единиц, проверить, не выступают ли края связанных предметов, и упаковать их.

ЗР представляло собой шкалу «эргономических производственных единиц», основанную на синтетических, заранее определенных сроках перемещений. Для каждого оператора составлялся график, на котором отмечались его производительность в часах работы и следующие за ними получасовые перерывы.

Три условия (отсутствие ЗР, ЗР и устранение ЗР — все они по очереди ставились для каждого испытуемого) вызывали значительные различия в эффективности деятельности. Условия с ЗР превосходили условия без ЗР, а устранение ЗР давало лучшие результаты, чем простое ЗР.

По мнению экспериментатора, влияние ЗР объясняется тем, что оно поощряет поступательные изменения. Другими словами, темп усилий рабочего поддерживается ЗР, выполняющим свои функции при передаче информации; «эффективность его реализации определяется уровнями мотивации».

После ознакомления с этим исследованием чувствуешь, что даже в простой производственной ситуации крайне важно точно определить, что именно следует передавать рабочим с помощью ЗР.

Следует отметить, что все исследования по этой проблеме выполнялись на материале простых, грубых, рутинных, повторяющихся задач, а критерием деятельности служил объем произведенной работы. Точность информации, которая может быть обеспечена для таких задач, вероятно, невелика, и если ЗР и влияет на выполнение таких задач, то, очевидно, в основном в мотивационном отношении. Более сложные задачи для систем «человек — машина» требуют более точного ЗР и часто лишь специфического результата на выходе системы, который не может быть увеличен. Поэтому в таких случаях мотивационный фактор нерелевантен. С точки зрения системного проектировщика, важным моментом является не соотношение мотивационного и информационного ЗР, а объем и тип ЗР, требуемых самой задачей.

Выводы. Побудительные мотивы во взаимодействии с информационной ОС повышают эффективность деятельности. Однако влияние побудительных мотивов самих по себе незначительно и преходяще.

Примеры исследований

Пример 181. В эксперименте использовалась задача категоризации одновременно с задачей на запоминание. Сравнивались три условия, в соответствии с которыми имели место: а) отсут-

ствие ОС и отсутствие побудительных мотивов, б) одна лишь ОС и в) ОС плюс побудительные мотивы. Каждый из пяти стимулов содержал две формы, два цвета и одну или две фигуры; стимулы варьировали и по позиции. Испытуемые должны были обозначить каждый стимул знаком «+» или «—». В простых условиях испытуемые обычно классифицировали стимулы одинаково в сложных условиях они варьировали классификацию «между «+» и «—». Обратная связь обеспечивалась индикаторами, показывавшими правильность или неправильность ответа.

Условия обратной связи имели значение для обеих задач (табл. 6.3). Для задачи на запоминание тип задачи и ОС, а также ОС и сложность задачи сильно взаимодействовали.

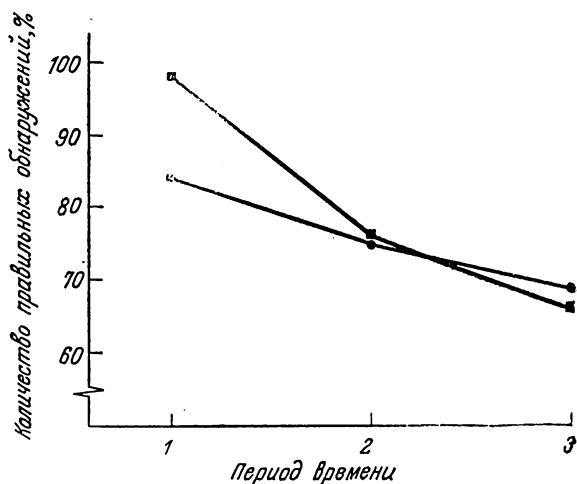


Рис. 6.10. Влияние поощрения на эффективность выполнения задачи, связанной с исследованием бдительности (печатается с разрешения из работы Бергума и Лера, 1963, пример 150).

■ — вознаграждение; ● — контроль.

В одном исследовании, выполненном как часть эксперимента из примера 150 (описанного также в [14]), использовалась задача на бдительность, состоявшая в контроле за вращательным движением световых табло, сигнализирувавшим выключение лампочки. Вместо ЗР использовались денежные вознаграждения (20 центами оплачивалось каждое правильное обнаружение и 20 центов вычиталось при каждой неудаче). Контрольная группа не получала вознаграждений. Группа, в которой производились вознаграждения, действовала значительно лучше в первый период деятельности по оценке бдительности, но в течение двух последних периодов ее превосходство исчезло (рис. 6.10).

Как это обычно бывает при выполнении задачи на бдительность, отмечалось общее снижение эффективности независимо от наличия или отсутствия вознаграждений. Интересно, что в условиях передачи навыков контрольная группа показала значительно лучшие результаты, чем группа с вознаграждениями.

Таблица 6.3

Среднее количество правильных ответов как функция условий задачи и ОС ¹⁾

Задача	Условия ОС		
	без ОС	только ОС	ОС + побудительный мотив
Категоризация, %	77,8	83,9	85,6
Запоминание, %	55,8	65,4	74,3

¹⁾ Пример 181.

Полученные результаты говорят о том, что положительный эффект вознаграждения имеет кратковременный характер. Отрицательное влияние отмены вознаграждения аналогично отрицательному влиянию устранения ЗР (см. также [96]).

Монтегю и Уэббер [84] обнаружили, что комбинация денежного вознаграждения и ЗР при выполнении задачи на бдительность поднимает общий уровень эффективности деятельности, не гарантируя, однако, ее последующего снижения. В данном исследовании комбинация вознаграждения и ЗР дала значительно более высокие результаты, чем только ЗР, которое оказалось не намного эффективней, чем условия работы контрольной группы. Почти такие же результаты получены и в работе [95] при анализе простой задачи на бдительность, причем денежное вознаграждение оказалось более эффективным, чем ЗР, для поддержания более высокого уровня обнаружений, а комбинация вознаграждений и ЗР оказалась эффективнее только ЗР.

Однако денежные вознаграждения, использованные при выполнении серии когнитивных и психомоторных задач, были эффективными лишь в тех случаях, когда они модифицировали цели операторов [70]. Если эффект изменения цели исключался, значительно снижался эффект вознаграждения.

Пример 182. Способность ЗР быть механизмом регулирования деятельности была продемонстрирована в исследовании, посвященном деятельности, связанной со слежением. Испытуемые должны были про себя вести подсчет количества появлений каждой из четырех букв, предъявлявшихся визуально и в

последовательном порядке. ЗР обеспечивалось в виде разных световых индикаторов, зажигавшихся, если количество появлений букв было подсчитано правильно.

Цель исследования состояла в использовании ЗР и денежных стимулов, содержащих «мотивационные», а не «директивные» условия, с тем чтобы таким образом манипулировать стратегиями испытуемых. В эксперименте моделировались следующие условия: а) отсутствие ЗР, б) только ЗР, в) ЗР плюс 10 центов вознаграждения за правильный подсчет и г) ЗР плюс 15 центов вознаграждения.

Ни ЗР, ни применение денежных стимулов не привели к повышению эффективности деятельности.

Выводы. Влияние ОС на выполнение стрессовой задачи носит положительный характер, однако механизм этого влияния неясен.

Примеры исследований

Пример 183. Представляется логичным предположить, что в крайне стрессовой ситуации ОС может содействовать уменьшению стресса, повышая тем самым эффективность деятельности. Обоснование этого принципа содержится в исследовании, в котором использовалась 5-минутная саморегулирующаяся задача на различение с выбором из четырех альтернатив. При предъявлении на устройстве отображения информации одного из четырех возможных цветов для правильного ответа необходимо было нажать на клавишу, соединенную с данным цветовым индикатором. Стрессовую ситуацию имитировало задание, в соответствии с которым операторы должны были по первому сигналу в некоторый начальный момент времени сбрасывать бомбы на цель. Неудача приводила к порче самолета, имитировавшейся сильным электрическим разрядом. Обратная связь предъявлялась в виде данных о результатах в конце каждого 10-секундного периода теста. Переменные были представлены наличием и отсутствием ОС, а также релевантной и нерелевантной деятельностью. Хотя различия между группами с ОС и без нее оказались незначительными, операторы, получавшие релевантную ОС, действовали с большей скоростью в двух последних блоках сеансов, предшествовавших начальному времени.

УСИЛЕННАЯ ОС

Обратная связь в учебной ситуации носит характер внешней (усиленной) ОС, т. е. она предъявляется ученику инструктором или, например, компьютерным обучающим устройством. Уси-

ленная ОС дает точную оценку работы оператора и (или) системы, а также сравнительную оценку результатов деятельности и требований к ней.

Внутренняя ОС, которая органически присуща предшествующему ей действию или ситуации выполнения задачи в целом, не включает точной оценки. Предполагается, что оператор оценивает деятельность неосознанно. Конечно, точка зрения, согласно которой внутренняя ОС существует, является лишь предположением, основанным на нашем знании относительно возможности обучения без внешней ОС. Трудно дать спецификацию характеристикам стимулов, составляющим внутреннюю ОС (хотя некоторые из этих условий описаны в примере 171). Всякая ОС, включая и усиленную ОС, представляет собой, естественно, лишь некую теоретическую конструкцию; можно наблюдать стимулы ОС и регистрировать ее результаты, но сама по себе ОС невидима.

Усиленной обычно считается ОС, используемая в целях обучения, поскольку именно в этой ситуации такой тип ОС играет наиболее значительную роль. Однако многие операции системы, не включающие в себя ситуацию обучения, используют усиленную (системную) ОС в форме табло, информирующих о состоянии системы. ОС, информирующая о состоянии системы, описанная в начале этой главы, обладает свойствами как внутренней, так и усиленной ОС. Специальный прибор, с помощью которого на табло предъявляется информация о мощности на выходе системы, тоже представляет собой форму усиленной ОС. Это объясняется тем, что система может функционировать, хотя, возможно, и менее эффективно, без упомянутого выше прибора, а также потому, что этот прибор и обеспечиваемая им информация недостаточны оператору без специально предусмотренных проектом условий. Если ОС, информирующая о состоянии системы, запроектирована заранее, она должна быть присуща операциям системы, и ее можно считать внутренней ОС на системном уровне.

В реальной жизни можно говорить о двух фазах ОС, перекрывающих друг друга, которые, однако, в аналитических целях следует искусственно отделять друг от друга. На первой фазе оператор изучает новую задачу, и усиленная ОС обеспечивает помощь в этом обучении. Формальное обучение завершается на второй фазе, и ОС тогда выполняет функцию регулирования деятельности (поддержание ее адекватности и постоянства).

Во время обучения сигналы внутренней ОС сосуществуют с сигналами внешней ОС. Если оператор не пользуется внутренней ОС, то, вероятно, это происходит из-за того, что он не научился ею пользоваться, и в этом случае он вынужден по-

лагаться на более очевидное усиление ОС. После того как оператор изучит свою задачу, внешняя ОС ему больше не нужна, и тогда ее можно заменить внутренней.

Кинкейд [61] доказал, что устранение усиленной ОС (при переходе от выполнения учебных задач к выполнению операционных задач) может привести к снижению эффективности, если после завершения обучения оператор продолжает пользоваться усиленной ОС вместо того, чтобы заменить ее внутренней. Такое поведение в высшей степени нежелательно, поскольку при выполнении операционной задачи усиленная ОС включается слишком редко. Оператор бывает склонен к такой ошибке, когда сигналы внутренней ОС не ясны.

Системная ОС (т. е. устройства отображения информации, сообщающие о состоянии системы) в многооператорных системах «человек — машина» дополняет другие внутренние сигналы, доступные оператору. В то время как индивидуальная внутренняя ОС регулирует лишь деятельность оператора, системная ОС регулирует как деятельность, так и функционирование системы. Поскольку системная ОС включается в систему целенаправленно, ее интенсивность можно поднять до самых высоких уровней, и она не может быть устранена.

К сожалению, механизмам включения системной ОС в систему и проблеме выбора наиболее эффективных средств, которые бы способствовали адекватному использованию такой ОС оператором, уделялось слишком мало внимания (за исключением, пожалуй, эргономических исследований параметров устройств отображения информации). Возможно, это связано с тем, что методы определения того, какую системную ОС следует использовать, носят скорее аналитический, чем экспериментальный характер.

Едва ли следует ставить вопрос о том, применима ли усиленная ОС в ситуации обучения. Собственный опыт читателя подтверждает это. Гораздо важнее другой вопрос: переносится ли усиленная ОС на операционную (неучебную) ситуацию и в каких условиях? Если ответ отрицателен, усиленная ОС во время обучения способствует лишь сокращению срока обучения (что, однако, важно и само по себе).

Выводы. Влияние усиленной ОС на обучение почти всегда носит положительный характер. Однако неясно, целесообразно ли устранять усиленную ОС при переходе оператора к операционной ситуации. В одной группе исследований высказывается предположение относительно того, что эффективность деятельности снижается, если при выполнении задачи по слежению устраняется ОС (например, [15]). В других исследованиях

обнаружен положительный эффект от устранения ОС (например, [55, 60, 97, 108]).

Примеры исследований

Пример 184. Экспериментом, типичным для исследований, доказывающих сохранение прежнего уровня эффективности при устранении усиленной ОС, является выполнение задачи на бдительность, в которой используется тест с часами Макворта (обнаружение двойных скачков движущейся часовой стрелки). ЗР было представлено тремя светящимися лампочками (по лампочке на один из трех типов ошибок), расположенными над часами. Условия экспериментов: 1) отсутствие ЗР 2) предъявление информации лишь об ответе испытуемых (т. е. о правильных обнаружениях и ошибках, связанных с повторными обнаружениями), и 3) ЗР о правильных обнаружениях и ошибках, связанных с неправильными обнаружениями, а также с пропусками.

Полное ЗР (III группа) давала лучшие результаты, чем частичное ЗР (II группа), а последнее в свою очередь превосходило ситуацию в отсутствие ЗР (I группа). Когда на другой день ЗР устранялось, группы, получавшие прежде ЗР, сохраняли свою прежнюю эффективность (а в случае со II группой, получавшей частичное ЗР, эффективность повышалась). На рис. 6.11 эти тенденции хорошо просматриваются.

Пример 185. Высказывалось предположение, что противоречивость результатов, отмеченная в выводах, может быть следствием относительной целесообразности применения усиленной ОС во время сеансов усвоения [3, 7, 56]. Гипотеза заключалась в том, что при выполнении задач, в которых целесообразность применения внутренней ОС в значительной степени соотносится с целесообразностью применения усиленной ОС, снижение эффективности деятельности во время сеансов переноса навыков при устранении усиленной ОС будет меньшим. Но при выполнении задач, характеризующихся весьма слабой связью между использованием внутренней ОС и устранением усиленной ОС, наблюдается более заметное снижение эффективности (см. также пример 171).

В эксперименте примера 185 использовалась задача компенсаторного слежения. Усиленная ОС предъявлялась либо с помощью визуальной отметки, либо звуком с частотой в 2000 Гц. Рассматривались три уровня усиленной ОС: 1) непрерывная ОС, указывающая на направление и величину ошибки в слежении в любой момент времени, 2) 13 дискретных категорий ОС, причем ошибка в слежении предъявлялась лишь для одной

из 13 категорий, и 3) лишь одна категория ОС (цель введена или выведена).

Результаты показали, что увеличение объема информации, предъявляемой усиленной ОС при наличии внутренней ОС, дающей небольшой объем информации, способствует успешному переходу к выполнению операционной задачи при устранении усиленной ОС; этот вывод противоречит первой гипотезе. Использование ОС явно взаимодействует со сложностью задачи, и этот факт может искажать результаты исследования. Возможно также, что если после устранения усиленной ОС наблюдается ухудшение результатов, то это частично связано с мотивационным влиянием ОС.

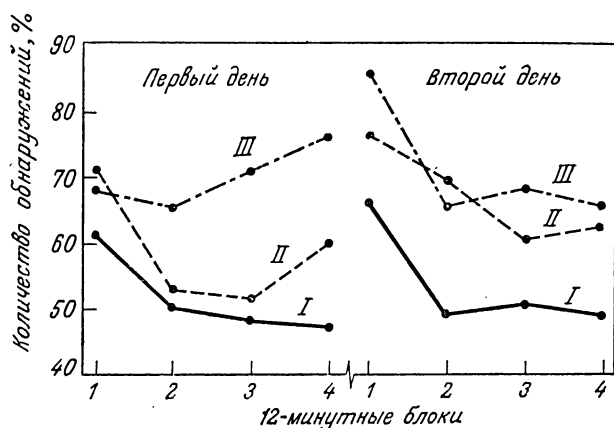


Рис. 6.11. Эффективность сохранения ЗР после его устранения (печатается с разрешения из работы Винера, *J. Appl. Psychol.*, 1963, пример 184).

Пример 186. Другим доказательством целесообразности использования ОС при переходе к операционной ситуации является исследование, в котором использовалась задача по простому компенсаторному слежению. Обратная связь обеспечивалась с помощью звуковых сигналов, информирующих оператора об ошибках, совершенных им во время обучения. Затем оператор переходил к работе в присутствии ОС. Результаты эксперимента (рис. 6.12) показывают, что разные формы ОС обладают определенной ценностью при обучении, а влияние ОС сохраняется и при выполнении операционной задачи. Относительный порядок четырех групп остался в ситуации передачи навыков таким же, каким он был в учебных сеансах.

Способ, с помощью которого усиленная ОС устраняется во время обучения, также не лишен интереса. Во втором эксперименте анализировались три способа устранения усиленной

ОС — визуальный способ, способ уменьшения количества сеансов использования ОС и способ сужения пределов допустимости усиленной ОС. В переходный период сужение пределов допустимости для ошибок оказалось наиболее благоприятным способом устранения ОС. Устранение усиленной ОС действует особенно отрицательно, если в процессе устранения усиленная ОС использовалась непостоянно (уменьшение количества сеансов использования усиленной ОС). Это вполне логичный вывод

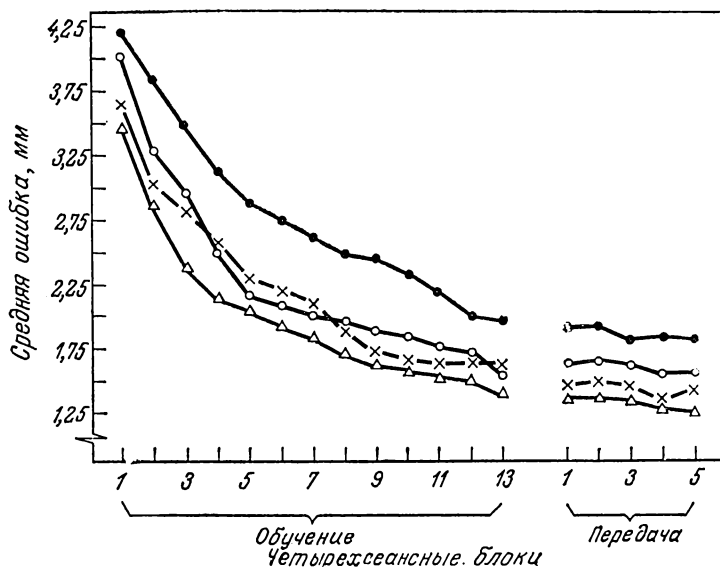


Рис. 6.12. Влияние сохранения ЗР после его устранения при выполнении задачи слежения (печатается с разрешения из работы Бригса, 1962, пример 186).
 ●—● группа С, отсутствие ОС; ○—○ группа I, использование ОС в допустимых пределах; ×—× группы O—D, ОС, используемая вне допустимых пределов, плюс директивная ОС; △—△ группа O, ОС, используемая вне допустимых пределов.

с точки зрения теории поощрения. Однако при передаче навыков не обнаружилось никаких различий между группами, в которых устранялась ОС, и контрольной группой.

Для изучения роли сложных критериев в активизации усиленной ОС сравнивались два критерия: амплитуда и скорость в двух группах и амплитуда и ускорение в двух других группах. Применение усиленной ОС, основанное на сложных критериях, не повышает эффективности деятельности в сравнении с контрольной группой. Возможно, что в данном случае наблюдается еще один пример перегрузки оператора информацией, которую он не в состоянии использовать.

Пример 187. В грех других экспериментах использовалась та же компенсаторная задача на слежение, что и в примере 186. В первом исследовании оператор сначала вел слежение, используя табло, дающее полную информацию (положение стрелки обозначало амплитуду, скорость и ускорение появления ошибок), потом он использовал табло, дающее частичную информацию (лишь об амплитуде и скорости появления ошибок), и в заключение он вел слежение с помощью табло, предъявлявшем минимальную информацию (об амплитуде ошибок). Операторы, тренировавшиеся с помощью табло, обеспечивающих полную и частичную информацию, выполняли задание с помощью табло, дававших минимальную информацию, на более высоком уровне, чем операторы, не проходившие такого обучения (положительный эффект передачи навыков усиленной ОС). Однако группа, получавшая промежуточный объем тренировки при выполнении задания с помощью табло, дававшим минимальную информацию, превосходила группы, получавшие относительно больший или относительно меньший объем тренировки.

Во втором исследовании оператор информировался об ошибках в слежении, совершенных в определенных пределах, звуковыми сигналами; далее он действовал лишь в тех случаях, когда и сами ошибки, и скорость появления ошибок находились в определенных границах. Усиленную ОС он получал лишь при условии, что сами ошибки, а также скорость и ускорение их появления находились в определенных границах. Наконец, устранялась какая бы то ни было усиленная ОС. Группы, получавшие усиленную информацию, по эффективности деятельности отставали от контрольных групп, не пользовавшихся ОС, возможно, из-за того, что увеличение количества критериев уменьшало частоту предъявления ОС. В третьем эксперименте, однако, усиленная ОС, основанная на самом сложном критерии (все три показателя ошибок), вела к повышению эффективности деятельности.

Пример 188. Гипотеза, лежащая в основе этого исследования, заключается в том, что если даны отчетливо различимые сигналы внутренней ОС на входе, усиленная ОС является лишь добавочной и несущественной характеристикой задачи. Поэтому устранение усиленной ОС после завершения обучения не приводит к снижению эффективности деятельности.

Гипотеза проверялась в ситуации одномерного слежения с помощью экрана дисплея. Были обеспечены два типа звуковой ОС, один — с шумом, другой — без него. Экспериментальная и контрольная группы во время учебных сеансов имели дело с визуальным шумом; у двух других групп на экранах шумы отсутствовали. Вслед за обучением усиленная ОС во время

передачи навыков устранялась. Результаты подтверждали гипотезу. Группы, на экранах которых присутствовал шум (внутренняя ОС не была умышленно закрыта от них), после устранения ОС обнаружили меньшее снижение эффективности.

Выводы. Некоторые из противоречивых результатов предыдущих исследований, а также результат исследования, описанного в примере 189, дают основание предполагать, что оператора можно перегрузить исключительно сложной информацией, предъявляемой по ОС.

Примеры исследований

Пример 189. При выполнении задачи слежения усиленная ОС предъявлялась на устройстве визуального отображения информации (критериальный круг, окружающий первичное табло ошибок; его диаметр изменялся в зависимости от критерия ошибок, применяемого в задаче). Использовались два критерия: простой критерий «средней величины ошибок» и гораздо более сложный критерий с учетом фактора времени; в соответствии с последним критерием относительная важность ошибки росла как линейная функция времени. Использование критериального круга повышало эффективность деятельности с применением простого критерия и снижало эффективность деятельности с применением сложного критерия. Вспомогательная информация требовала дополнительного внимания со стороны оператора и взаимодействовала с непосредственно выполняемой им задачей.

Почти аналогичные результаты были обнаружены Уильямсом [109] при выполнении простой линейно-позиционной задачи. Усиленная ОС оказалась неблагоприятным фактором в условиях минимальной практики, поскольку сложность сигналов усиленной ОС явно препятствовала обучающемуся выбирать критерий позиции. Применение усиленной ОС целесообразно при большем объеме практики оператора.

Выводы. В определенных условиях и исключительно в учебных целях сигнализация может оказаться для оператора столь же эффективной, что и использование ОС, или еще более эффективным средством.

Примеры исследований

Функции обратной связи выполняются после начального действия. Таким образом, чтобы придать ОС эффективность, она должна влиять на действие, непосредственно следующее за первым действием. В этом смысле ОС служит руководством и сигналом для выполнения последующих действий.

Считая этот факт преимуществом, некоторые исследователи пытались противопоставить целесообразность использования ОС информации, предъявляемой оператору до его ответа (сигнализация), для воздействия на этот ответ. Вопрос заключается в следующем: оказывает ли сигнализация такое же влияние в процессе обучения, как и ОС?

Одним из главных сторонников сигнализации является Аннетт [5, 6, 8, 9], который подчеркивает, что ОС требуется лишь в тех случаях, когда ответ необходим для получения информации о среде (например, при выполнении ручной работы, зависящей главным образом от кинестетической информации). Другие типы задач (например, на восприятие, идентификацию и различение) могут с успехом изучаться с помощью сигнализации и методов подсказывания. Сигнализация в основном является формой прямого инструктирования; она обходится без задержки ОС, предшествующей ответу, и поэтому может оказаться более эффективным средством, чем ОС.

Противопоставление сигнализации ЗР представляется весьма сомнительным делом. Что касается задачи на бдительность, то Аннетт и Кларксон [6] нашли, что сигнализация превосходит ЗР при передаче, однако в более позднем исследовании [8] различий не обнаружили. В работе [4] выявлено превосходство сигнализации над ЗР еще в одном исследовании. Недавно Винер и Аттвуд [107] сравнивали четыре условия обучения при выполнении задачи на бдительность: ЗР, сигнализация, ЗР плюс сигнализация и контрольная группа. Группа, обученная с применением ЗР, обнаружила больше сигналов при передаче, чем контрольная группа. Однако группа, в которой применялась сигнализация, лучше работать не стала. Комбинированная группа, при обучении которой применялись и ЗР и сигнализация, точно так же не превосходила группу, обученную с применением только ЗР.

Автор этой книги считает, что, поскольку речь идет об обучении, ОС и сигнализация не исключают друг друга. Оба эти средства используются при обучении в подходящих случаях. Однако для регулирования операционных систем и в особенности в недетерминированных ситуациях, где ОС необходима как руководство при выборе варианта ответа из ряда альтернатив, сигнализацию нельзя использовать, и поэтому основным средством становится ОС.

ИДИОСИНКРАЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Разумно предположить (хотя, к сожалению, этого и нельзя доказать с полной очевидностью), что социальные характеристики личности и установочные (идиосинкразические) факторы

влиять на эффективность ОС. Поскольку ОС всегда в конечном счете поступает к оператору, его способность принимать и интерпретировать ее отчасти определяет последствия ОС.

Поэтому гипотетически можно предположить, что чем слабее стимулы ОС, тем большую роль играют идиосинкразические факторы. Точно так же в недетерминированных системах и при выполнении недетерминированных задач, где вероятность правильности любого данного ответа не очень велика, эти факторы оказывают большое влияние на выбор ответа.

С другой стороны, характер предъявляемой ОС в ситуации с любой группой должен оказывать влияние на социальные (не ориентированные на задачу) характеристики этой ситуации (как чувствует себя оператор в команде, как чувствует себя команда и т. д.). Если названные обстоятельства представляются слишком утонченными, то происходит это оттого, что идиосинкразическим факторам по их природе свойственна особая тонкость.

Предполагается, что любая сложная СЧМ является отчасти социальной ситуацией и как таковая находится под влиянием этих факторов. Возможно, это более характерно для недетерминированных, чем для детерминированных систем, хотя недостаточный объем данных, которыми мы располагаем, заставляет нас говорить об этом лишь предположительно. По всей вероятности, влияние таких факторов не столь велико, как влияние факторов, ориентированных на задачу, таких, как требования системы или операционные процессы.

Интерес специалиста, исследующего человеческие факторы, к этой проблеме носит чисто прагматический характер. Эти факторы, не ориентированные на выполнение задания, отвлекают усилия оператора, и для системотехника представляется желательным снизить их влияние. Однако в первую очередь необходимо понять, как эти факторы влияют на ОС.

Выводы. Достаточно очевидно, что ОС может влиять на установки оператора и его восприятие ситуации, в которой он работает (см. дискуссию о постановке цели в разделе, посвященном мотивационным факторам). Но каким образом это влияние приводит к повышению эффективности, менее ясно.

Примеры исследований

В нескольких исследованиях, посвященных поведению группы, не ориентированному на выполнение задачи, высказывается предположение относительно того, что ОС может влиять на «социальное» обучение (т. е. обучение взаимодействию с груп-

пой). Неоднозначность используемых показателей затрудняет оценку значимости этой работы.

Келман [57] манипулировал ОС в аутокинетической ситуации, чтобы исследовать влияние мотивационных факторов на внушаемость. Используя три экспериментальных условия ОС и контрольное условие (отсутствие ОС), он измерял диапазон, в пределах которого испытуемые меняли свои суждения в присутствии еще одного соучастника эксперимента, который высказывал иное суждение. В отсутствие ОС испытуемые обнаружили большую вариабельность ответа в присутствии лица, оценивающего их работу. При предъявлении ОС, информирующей их об успехе, испытуемые обнаружили более низкие показатели внушаемости, чем испытуемые из контрольной группы, а испытуемые, получавшие информацию об ошибках, обнаружили более высокую внушаемость. Показатели внушаемости группы, получающей по ОС неоднозначную информацию, мало отличались от результатов контрольной группы.

В работе [64] пришли к выводу, что «свободная обратная связь» повышает корректность межличностной коммуникации, а наличие или отсутствие ОС влияет на взаимоотношения между отправителем и получателем. Нулевая ОС, очевидно, сопровождается недоверием и враждебностью; высокому уровню ОС сопутствуют доверие и дружба.

Джибб и др. [39] высказали предложение, что положительная ОС приводит к ослаблению «защитного» чувства в группе в сравнении с использованием отрицательной ОС. Обратная связь, касающаяся чувств, вызывает меньше защитного чувства, чем ОС, связанная с задачей. При положительной ОС, а также при ОС, информирующей о «чувствах», эффективность значительно выше, чем при ОС, информирующей о выполнении задачи.

Френч [35] отмечает взаимодействие между ОС и мотивацией при выполнении задачи. Полученные в этом исследовании результаты показали, что мотивируемые достижениями испытуемые получают более высокие показатели эффективности при ОС, релевантной задаче, в то время как испытуемые, мотивируемые взаимоотношениями, лучше работают при ОС, информирующей о «чувствах».

Пример 190. В одном из исследований рассматривается гипотеза, согласно которой эффективность группы увеличивается по мере увеличения знания члена группы об удовлетворенности группы в целом результатами работы. Использовались задачи, связанные с решением «бумажных и карандашных» проблем, отличавшихся по сложности; сравнивались три условия ОС (отсутствие ОС, открытая ОС и закрытая ОС). Испытуемым разрешалось информировать группу о степени

своей удовлетворенности с помощью лампочек индикатора. Результаты деятельности группы при выполнении двух задач с использованием ОС оказались выше, чем без ОС; при закрытой ОС (в сравнении с открытой ОС) они также были выше. Влияние ОС особенно благоприятно сказывается при выполнении более сложных задач.

Выводы. Одна из проблем, возникающих при разработке нового оборудования, заключается в отыскивании способа воздействия на потребителей с тем, чтобы они приняли это оборудование. Обратную связь можно использовать для того, чтобы изменить отношение операторов к использованию нового оборудования.

Примеры исследований

Пример 191. Цель данного исследования состояла в том, чтобы убедить пилотов принять новые высотомеры, радикально отличавшиеся от обычных. При одном условии эксперимента все пилоты получали ЗР, свидетельствующее о преимуществах новых табло. В этой группе пилоты должны были считать показания старых и новых высотомеров, и ОС, которая им предъявлялась, свидетельствовала о преимуществах новых табло.

В другой группе пилоты получали текстовую информацию, содержащую суммарные данные, касающиеся оценки старых и новых табло и демонстрирующие преимущества новых табло. В третьей, контрольной группе пилоты не получали никакой информации о новых табло, за исключением той, которую члены группы могли извлечь, рассматривая фотографии нового оборудования. Эффективность измерялась на основе выбора испытуемыми того или иного типа табло.

На рис. 6.13 видно, что ОС, являющаяся результатом успешных сеансов, значительно изменила отношение испытуемых к новым высотомерам. Информационная ОС оказалась не более эффективной, чем отсутствие какой бы то ни было ОС. Таким образом, целесообразность применения ОС зависит от вовлеченности оператора в действия, демонстрирующие практическую полезность ОС.

Аналогичная тактика была использована для того, чтобы выяснить, изменится ли отношение операторов к выбору тех или иных табло, если им становятся известными преимущества отвергнутого ранее оборудования. В эксперименте использовались два новых радиолокационных высотомера. Каждый испытуемый получал ОС, информировавшую о том, что его деятельность станет более эффективной, если пользоваться

табло, от которого он прежде отказывался. Пилотам из второй группы было сказано, что эффективность их деятельности будет одинаковой при использовании обоих типов табло.

Результаты этого эксперимента подтверждают эффективность тактики тестирования, однако из-за малого числа испытуемых не удалось получить статистически значимых результатов. Хотя из 17 испытуемых 8 человек после успешных сеансов сделали новый выбор, в контрольной группе точка зрения изменилась лишь у 4 испытуемых из 17. Вероятно, в этом эксперименте пилоты основывали оценки общей эффективности

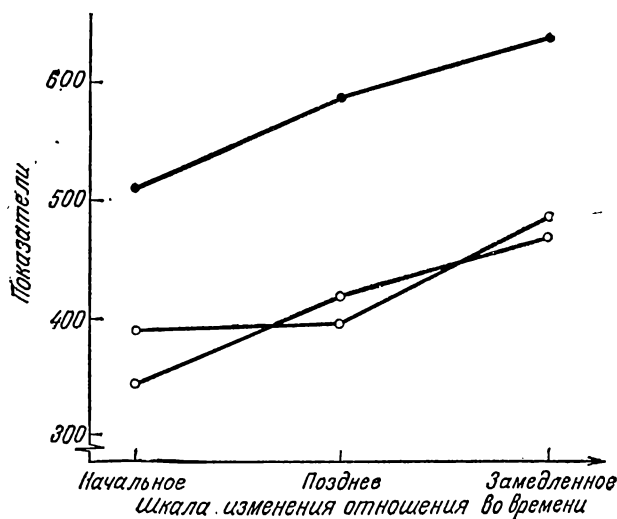


Рис. 6.13. Показатели изменения отношения испытуемых к новому оборудованию в зависимости от типа ЗР (печатаются с разрешения из работы Бергера и др., 1966, пример 191).

● — деятельность; ◐ — информация; ○ — контроль.

на предвзятых концепциях, а также на экспериментальной ОС, что могло ослаблять влияние последней.

Третий эксперимент проводился для того, чтобы определить влияние изменений в задержке предъявления ОС на изменение предпочтений. В предыдущих исследованиях испытуемый получал ОС после того, как он заканчивал всю серию предъявлений стимула. Поскольку эффективность ОС может зависеть от скорости ее предъявления после ответа испытуемого (от интервала, предшествующего ОС), в данном эксперименте ОС предъявлялась при трех условиях: а) тотчас после ответа испытуемого, б) после 18 ответов и в) после 36 ответов. Результаты этого исследования показали, что предъявление ОС после

каждого ответа или после небольшого количества ответов не приводит к повышению эффективности ОС. Это вполне соответствует результатам, полученным в [21].

В полном согласии с выводами примера 191 эмпирические исследования установочных факторов при принятии на вооружение технических новшеств в военно-морском флоте [83] показали, что «успешная деятельность с новыми системами скорее всего ведет к формированию положительного отношения» (см. также [73]).

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Общий (но не неизменный) эффект ОС заключается в повышении эффективности как в процессе обучения, так и при функционировании системы. Однако при выполнении лабораторных задач его продемонстрировать легче, чем в реальных условиях.

2. Ни в одном из известных исследований не было доказано, что эффективность ОС падает в результате увеличения задержки в получении ОС. Есть некоторое указание на то, что чем дольше интервал между ОС и предъявлением следующего стимула, тем выше эффект ОС, поскольку благодаря задержке для оператора создается возможность «изучить» ОС.

3. Наличие любой ОС эффективнее, чем ее отсутствие. По крайней мере в простых ситуациях частота предъявления ОС не должна быть очень большой (не более 20—30% всех ответов) для того, чтобы оператор мог эффективно пользоваться ОС.

4. Представляется вероятным, что эффективность деятельности повышается по мере увеличения ОС до тех пор, пока а) ОС релевантна задаче, б) оператор нуждается в дополнительной информации для выполнения своей задачи и в) оператор может различать категории информации, включенные в ОС.

5. Эффективность деятельности оператора повышается по мере того, как ОС становится более специфичной, в том случае если дополнительная специфичность релевантна задаче и нужна оператору для выполнения задачи.

6. Качество деятельности оператора обычно находится в обратной зависимости от количества предъявляемой дезинформации, однако неточная ОС все-таки лучше, чем отсутствие какой бы то ни было ОС. Негативный эффект дезинформации можно уменьшить, сообщая оператору о том, что он получает неточную ОС. Дезинформация, причиной которой является трансформация данных ОС, не в такой степени снижает эффективность деятельности, как грубая, неточная ОС.

7. Выводы, сделанные на основе исследований, посвященных средствам предъявления, носят запутанный характер; проведенные исследования относятся лишь к ситуациям бдительности. Вербальная ОС эффективнее, чем ОС, предъявляемая автоматически, возможно, из-за того, что в прямом контакте между испытуемым и экспериментатором заложено мотивационное начало. Звуковая ОС эффективнее, чем ОС, предъявляемая посредством визуальных устройств отображения информации, может быть, потому, что первая требует больше внимания.

8. Эффективность деятельности оператора в значительной степени варьирует в зависимости от уровня источника ОС. Обратная связь эффективнее, если она характеризует непосредственные результаты работы оператора, чем в тех случаях, когда она характеризует результаты работы операторов на более удаленных уровнях системы.

9. Обратная связь, которая предъявляет информацию о последствиях деятельности оператора (прямая ОС), почти всегда эффективнее ОС, информирующей о результате работы команды (смешанная ОС). Однако использование командной ОС эффективнее, чем отсутствие какой бы то ни было ОС. Командная ОС влияет на эффективность деятельности индивида настолько, насколько точно она характеризует его деятельность. Командная ОС в какой-то степени целесообразна в тех случаях, когда приходится изучать процессы командной координации. ОС после завершения деятельности (краткое обсуждение) может весьма существенно повышать эффективность командной деятельности при выполнении сложных задач. Согласованная ОС может тоже оказаться целесообразной в крайне недетерминированных ситуациях.

10. Обратная связь обладает как мотивационными (стимулирование, определение цели и выбор критериев), так и директивными свойствами. Одно из влияний ОС заключается в том, что она заставляет оператора корректировать цели своей деятельности, что в свою очередь может привести к повышению эффективности. Денежные вознаграждения взаимодействуют с информационной ОС в повышении эффективности деятельности. Влияние ОС на выполнение стрессовых задач, вероятно, носит положительный характер, хотя механизмы этого влияния не выяснены.

11. Усиленная ОС почти всегда эффективна при обучении. Однако целесообразность использования усиленной ОС при переходе к операционной ситуации (т. е. после устранения усиленной ОС) еще не выяснена. Применяя исключительно сложную ОС, можно перегрузить оператора. В определенных обстоятельствах сигнализация может оказаться столь же или

еще более эффективным средством при обучении, чем применение ОС.

12. Социальные и установочные факты могут влиять на эффективность ОС и в свою очередь находиться под влиянием характеристик ОС. Вероятно, обратная связь влияет на удовлетворенность оператора своей работой и его восприятие функционирования системы, однако приемлемых доказательств этого положения очень мало. Обратную связь можно использовать для изменения отношения оператора к применению нового оборудования.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ

Поскольку литература, касающаяся использования ОС, не дает точных количественных показателей, используемых в системном проектировании, ее основная заслуга заключается в выделении переменных ОС, которые следует иметь в виду при анализе и разработке конфигурации системы (в особенности подсистемы обучения).

Известные данные дают многостороннее представление об ОС, и теперь нет надобности обращать особое внимание на точность, а также на временные и количественные факторы. Даже точность ОС, являясь важным фактором, не имеет критического значения.

В то же время очевидно, что целенаправленность применения ОС имеет границы: ОС высокого порядка не всегда эффективна при выполнении системой определенных операций, а усиленная ОС целесообразна лишь в той мере, в какой она способствует сокращению продолжительности обучения.

С точки зрения проектировщика системы, основные вопросы, на которые следует дать ответ, заключаются в следующем:

1. Каким образом специалист по человеческим факторам должен включать усиленную ОС в проект новой задачи?

2. Каковы наиболее эффективные способы включения ОС в устройства отображения информации, характеризующие состояние системы?

Проектировщик обычно включал в систему ту или иную ОС в виде приборов (например, измерителей и индикаторов, формирующих о состоянии оборудования, с помощью которого выполняются операции, или внешней среды, в которой производятся манипуляции). Специалисту по человеческим факторам нет необходимости доказывать полезность ОС, включаемой в систему таким способом.

Из литературы можно почерпнуть некоторые общие правила, которые могут помочь проектировщику. Например, любая

ОС, включаемая при проектировании в измерительные приборы, должна быть как можно более специфичной. Нет смысла обеспечивать оператора такой ОС, от которой ему нет пользы, или давать оператору по ОС больший объем информации, чем он может использовать (или категории которой он не в состоянии различать), — такая ОС лишь перегружает его.

Это, однако, лишь общие принципы. Поскольку ОС обычно бывает в высшей степени специфична для данной задачи, ключ к повышению эффективности при системном проектировании лежит в более адекватном анализе требований системы и задачи. Целесообразно выполнять следующие процедуры:

1. Определить, в какой информации нуждается оператор для выполнения своей работы, т. е. выяснить, в каких ОС он безусловно нуждается.

2. Определить, какая ОС внутренне присуща данной работе. Если задача сама по себе обладает значительной внутренней ОС, то дополнительная ОС может оказаться ненужной. Если, однако, успешное выполнение задачи зависит от сигналов, которые не очень наглядны, целесообразно их усиливать либо путем введения в оборудование устройств отображения информации, либо путем интенсивного обучения пользованию внутренними сигналами, чтобы сделать их более наглядными. Решая вопрос о том, следует ли при обучении обеспечить дополнительную системную или усиленную ОС, следует помнить, что если первая ОС включена в систему, то, вероятно, она может более эффективно регулировать деятельность оператора, чем последняя.

3. При разработке системной ОС специалист по человеческим факторам должен:

- а) концентрировать внимание на качественных и количественных потребностях в ОС. Хотя такие факторы, как частота ОС, продолжительность задержек, специфичность и точность, не следует игнорировать, они должны считаться переменными второго порядка;

- б) удостовериться, что дополнительная ОС не перегрузит оператора, требуя от него выполнения дополнительной работы по различению категорий информации;

- в) гарантировать получение оператором лишь той ОС, которая соответствует требованиям его задачи, отказавшись от предоставления оператору системной ОС высокого порядка, если это не обусловлено его задачей;

- г) при выполнении скучной, повторяющейся работы обеспечивать дополнительную ОС в мотивационных целях, если она не отвлекает оператора от выполнения его задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams J. A., Humes J. M., Monitoring of Complex Visual Displays: IV. Training for Vigilance, *Hum. Factors*, 5, 147—153 (1963).
2. Ammons R. B., Effects of Knowledge of Performance: A Survey and Tentative Theoretical Formation, *J. Gen. Psychol.*, 54, 279—299 (1956).
3. Annett J., The Role of Knowledge of Results in Learning: a Survey, Report NAVTRADEVCEEN 342-3, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., May 1961 (AD 262-237).
4. Annett J., Training for Perceptual Skills, *Ergonomics* 9, 459—468 (1966).
5. Annett J., Feedback and Human Behavior, Penguin Books, Baltimore, 1969.
6. Annett J., Clarkson J. K. The Use of Cueing in Training Tasks, Report NAVTRADEVCEEN 3143-1, U. S. Navy Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1964 (AD 601-352).
7. Annett J., Kay H., Knowledge of Results and Skilled Performance, *Occup. Psychol.*, 31, 69—79 (1957).
8. Annett J., Paterson L., The Use of Cueing in Training Tasks: Phase II. Report NAVTRADEVCEEN 4119-1, U. S. Navy Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1966 (AD 630-260).
9. Annett J., Paterson L., The Use of Cueing in Training Tasks: Phase III, Report NAVTRADEVCEEN 4717-1, U. S. Navy Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1967 (AD 657-367).
10. Antonelli D. C., Karas G. G., Performance on a Vigilance Task under Conditions of True and False Knowledge of Results, *Percept. Mot. Skills*, 25, 129—138 (1967).
11. Arps G. F., Work with Knowledge of Results Versus Work without Knowledge of Results, *Psychol. Monogr.*, 28, № 3 (1920) (whole no. 125).
12. Baker C. H., Three Minor Studies of Vigilance, Report 234-2, Defense Medical Research Laboratory, Toronto, Canada, 1958.
13. Baker C. H., Maintaining the Level of Vigilance by Means of Artificial Signals, *J. Appl. Psychol.*, 44, 336—338 (1960).
14. Bergum B. O., Lehr D. J., Monetary Incentives and Vigilance, *J. Exp. Psychol.*, 67, 197—198 (1964).
15. Bilodeau E. A., Some Effects of Various of Supplemental Information Given at two Levels of Practice upon the Acquisition of a Complex Motor Skill, USAF Human Resources Research Center Research Bulletin 52-15, 1952.
16. Bilodeau E. A., Speed of Acquiring a Simple Motor Response as a Function of the Systematic Transformation of Knowledge of Results, *Am. J. Psychol.*, 66, 409—420 (1953).
17. Bilodeau I. Mc. D., Information feedback, In E. A. Bilodeau (Ed.); Acquisition of Skill, Academic Press, New York, 255—296 (1966).
18. Bolin C. F. et al., Team Procedures in Image Interpretation. Technical Research Note 164, U. S. Army Behavioral Science Research Laboratory, Washington, D. C., December 1965.
19. Bourne L. E., Effects of Delay of Information Feedback and Task Complexity on the Identification of Concepts, *J. Exp. Psychol.*, 54, 201—207 (1957).
20. Bourne L. E., Long Term Effects of Misinformative Feedback upon Concept Identification, *J. Exp. Psychol.*, 65, 139—147 (1963).
21. Bourne L. E., Bunderson C. V., Effects of Delay of Informative Feedback and Length of Postfeedback Interval on Concept Identification, *J. Exp. Psychol.*, 65, 1—5 (1963).
22. Bourne L. E., Pendleton R. B., Concept Identification as a Function of Completeness and Probability of Information Feedback, *J. Exp. Psychol.*, 56, 413—420 (1958).

23. Bourne L. E. et al., Concept Identification, The Effects of Varying Lengths and Informational Components of the Intertrial Interval, *J. Exp. Psychol.*, 69, 624—629 (1965).
24. Brown I. D., An Asymmetrical Transfer Effect in Research on Knowledge of Performance, *J. Appl. Psychol.*, 50, 118—120 (1966).
25. Chapanis A., Knowledge of Performance as an Incentive in Repetitive, Monotonous Tasks, *J. Appl. Psychol.*, 48, 263—267 (1964).
26. Chinn R. M., Alluisi E. A., Effect of Three Kinds of Knowledge-of-Results Information on Three Measures of Vigilance Performance, *Percept. Mot. Skills*, 18, 901—912 (1964).
27. Clarke D. E., The Effects of Simulated Feedback and Motivation on Persistence at a Task, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 8, 340—346 (1972).
28. Colquhoun W. P., Training for Vigilance: A Comparison of Different Techniques, *Hum. Factors*, 8, 7—12 (1966).
29. Cummings L. L. et al., Performance and Knowledge of Results as Determinants of Goal Setting, *J. Appl. Psychol.*, 55, 526—530 (1971).
30. Doten G. W. et al., The Use of Teams in Image Interpretation: Information Exchange, Confidence and Resolving Disagreements, *Hum. Factors*, 10, 107—116 (1968).
31. Egerman K. et al., Increasing Team Proficiency through Training. 3. Detrimental Effects of Reinforcement in Teams with Redundant Members, Technical Report AIR-B64-6/62-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, June 1962 (AD 276-428).
32. Egerman K. et al., Increasing Team Proficiency Through Training. 4. A Learning-Theoretic Analysis of the Effects of Team Arrangement on Team Performance, Technical Report AIR-B64-9/63-TR, American Institute for Research, Pittsburgh, September 1963 (AD 422-328).
33. Elwell J. L., Grindley G. C., The Effect of Knowledge of Results on Learning and Performance, I. A. Coordinated Movement of the two Hands, *Brit. J. Psychol.*, 29, 39—53 (1938).
34. Eriksen C. W., Effects of Practice with or without Correction on Discrimination Learning, *Am. J. Psychol.*, 71, 350—358 (1958).
35. French E. G., Effects of the Interaction of Feedback and Motivation on Task Performance, *Am. Psychol.*, 11, 395 (краткое изложение) (1956).
36. Gagne R. M., Rohwer W. D., Instructional Psychology, *Ann. Rev. Psychol.*, 20, 381—418 (1969).
37. Garvey W. D. et al., The Use of «Artificial Signals» to Enhance Monitoring Performance, NRL Report 5259, Naval Research Laboratory, Washington, D. C., 1959.
38. Geldard F. A., Conference on Cutaneous Communication Systems and Devices, Austin, Texas: Psychonomic Society, 1974.
39. Gibb J. R. et al., Effects of Positive and Negative Feedback upon Defensive Behavior in Small Problem-Solving Groups, *Am. Psychol.*, 10, 335 (1955) (краткое изложение).
40. Gibbs C. B., Brown I. D., Increased Production from the Information Incentive in a Repetitive Task, № 230, Medical Research Council, Applied Psychology Research Unit, Great Britain, March 1955.
41. Goldman M. A., Comparison of Individual and Group Performance for Varying Combinations of Ability, *J. Pers. Soc. Psychol.*, 1, 210—216 (1955).
42. Goldstein I. L. et al., Effect of Percentage and Specificity of Feedback on Choice Behavior in a Probabilistic Information-Processing Task, *J. Appl. Psychol.*, 52, 163—168 (1968).
43. Goldstein I. L. et al., Feedback in a Complex Multiman-Machine System, *J. Appl. Psychol.*, 51, 346—351 (1967).
44. Green R. F. et al., The Effects of Varying Degree of Knowledge of Results on Knob-Setting Performance, SPECDEVEN 241-6-20, U. S. Navy Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1955 (AD 109-352).

45. Hall R. L., Group Performance Under Feedback That Confounds Responses of Group Members, *Sociometry*, 20, 297—305 (1957).
46. Higgins N. C., Feedback in Group Instruction, Report AFOSR-TR-73-0016, Instructional Resources Laboratory, Arizona State University, February, 1972 (AD 754-979).
47. Horrocks J. E. et al., Team Training II: Individual Learning and Team Performance, NAVTRADEVCEEN 198-2, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1960 (AD 247-147).
48. Howell W. C., Kreidler D. L., Information Processing under Contradictory Instructional Sets, *J. Exp. Psychol.*, 65, 39—46 (1963).
49. Howell W. C., Kreidler D. L., Instructional Sets and Subjective Criterion Levels in a Complex Information-Processing Task, *J. Exp. Psychol.*, 68, 612—614 (1964).
50. Johanson A. M. The Influence of Incentive and Punishment upon Reaction-Time, *Arch. Psychol.*, 8 (54) (1922).
51. Johannsen W. J., Concept Identification under Misinformative Feedback and Subsequent Informative Feedback Conditions, *J. Exp. Psychol.*, 64, 631—635 (1962).
52. Johnston W. A. Individual Performance and Self-Evaluation in a Simulated Team, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 2, 309—328 (1967).
53. Johnston W. A., Nawrocki L. H., Effect of Simulated Social Feedback on Individual Tracking Performance, *J. Appl. Psychol.*, 51, 145—151 (1967).
54. Judd C. H., Practice without Knowledge of Results, *Psychol. Res. Monogr. Suppl.*, 7, 185—199 (1905).
55. Karlin L., Psychological Study of Motor Skills: Phase I. Report NAVTRADEVCEEN 558-1, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1960 (AD 243-372).
56. Karlin L., Mortimer R. G., Effect of Verbal, Visual and Auditory Augmenting Cues on Learning a Complex Motor Skill, *J. Exp. Psychol.*, 65, 75—79 (1963).
57. Kelman H. C., Effects of Success and Failure on Suggestibility in the Autokinetic Situation, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 45, 267—285 (1950).
58. Kim J. S., Hamner W. C., Effect of Performance Feedback and Goal Setting on Productivity and Satisfaction in an Organizational Setting, *J. Appl. Psychol.*, 61, 48—57 (1976).
59. Kimble G. A., Hilgard and Marquis' Conditioning and Learning, Appleton-Century Crofts, New York, 1961.
60. Kinkade R. G., Augmented Feedback and Tracking Skill, Report NAVTRADEVCEEN 508-3, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., 1959 (AD 230-999).
61. Kinkade R. G., A Differential Influence of Augmented Feedback on Learning and on Performance, Report AMRL-TDR-63-12, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1963 (AD 402-973).
62. Klaus D. J., Claser R., Increasing Team Proficiency through Training 8. Final Summary Report, Report AIR-EI-6/68-FR, American Institute for Research, Pittsburgh, May 1968.
63. Leamon T. B., An Investigation into the Effects of Knowledge of Results on Operator Performance, *Ergonomics*, 17, 639—650 (1974).
64. Leavitt H. J., Mueller R. A. H., Some Effects of Feedback on Communication, *Hum. Relat.*, 4, 401—410 (1951).
65. Lindahl L. G., Movement Analysis as an Industrial Training Method, *J. Appl. Psychol.*, 29, 420—436 (1945).
66. Locke E. A. Toward a Theory of Task Motivation and Incentives, *Organ. Behav. Hum. Performance*, 3, 157—189 (1968).

67. Locke E. A., Bryan J. F., Cognitive Aspects of Psychomotor Performance: The Effects of Performance Goals on Level of Performance, *J. Appl. Psychol.*, 50, 286—231 (1966a).
68. Locke E. A., Bryan J. F., The Effects of Goal-Setting, Rule Learning and Knowledge of Score on Performance, *Am. J. Psychol.*, 79, 451—457 (1966).
69. Locke E. A., Bryan J. F., Performance Goals as Determinants of Level of Performance and Boredom, *J. Appl. Psychol.*, 51, 120—130 (1967).
70. Locke E. A. et al., Goals and Intentions as Mediators of the Effects of Monetary Incentives on Behavior, *J. Appl. Psychol.*, 52, 104—121 (1968).
71. Locke E. A., Bryan J. F., Knowledge of Score and Goallevel as Determinants of Work Rate, *J. Appl. Psychol.*, 53, 59—65 (1969).
72. Loeb M., Schmidt E. A., Influence of Time on Task and False Information on Efficiency of Responding to Pure Tones, Report 426, U. S. Army Medical Research Laboratory, Fort Knox, Ky., 1960.
73. Mackie R. R. et al., Factors Leading to the Acceptance or Rejection of Training Devices, Report NAVTRAEEQUIPCEN 70-C-0276-1, Naval Training Equipment Center, Orlando, Fla., 1972.
74. Manzer C. W., The Effect of Knowledge of Output on Muscular Work, *J. Exp. Psychol.*, 18, 80—90 (1935).
75. Matthews, L. Subject-Determined Postfeedback Interval in Auditory Concept Identification, *Psychonomic Sci.*, 26, 193—194 (1972).
76. McCormack P. D., A Two Factor Theory of Vigilance, *Brit. J. Psychol.*, 53, 357—363 (1962).
77. McCormack P. D., McElheran W. G., Follow-up of Effects on Reaction Time with Partial Knowledge of Results, *Percept. Mot. Skills*, 17, 565—566 (1963).
78. McCormack P. D. et al., Effects on Reaction-Time of Knowledge of Results of Performance, *Percept. Mot. Skills*, 14, 367—372 (1962).
79. McCormack P. D. et al., Effects on Reaction Time of Partial Knowledge of Results of Performance, *Percept. Mot. Skills*, 17, 279—281 (1963).
80. McKeachie W. J., Instructional Psychology, *Ann. Rev. Psychol.*, 25, 161—193 (1974).
81. Mackworth J. F., The Effect of True and False Knowledge of Results on the Detectability of Signals in a Vigilance Task, *Can. J. Psychol.*, 18, 106—117 (1964).
82. MacPherson S. J. et al., The Effect of Knowledge of Results on Learning and Performance: II. Some Characteristics of Very Simple Skills, *Q. J. Exp. Psychol.*, 1, 68—78 (1948).
83. Metcherikoff M., Mackie R. R., Attitudinal Factors in the Acceptance of Innovations in the Navy, Technical Report 784-1, Human Factors Research, Inc., Goleta, Calif., June 1970.
84. Montague W. E., Webber C. E., Effects of knowledge of Results and Differential Monetary Reward on Six Uninterrupted Hours of Monitoring, *Hum. Factors*, 7, 173—180 (1965).
85. Namikas G., Carey R. N., Concept Identification as a Function of the Conceptual Rule and Length of Postinformative Feedback Interval, *Psychonomic Sci.*, 23, 417—419 (1971).
86. Payne R. B., Hauty G. T. Effect of Psychological Feedback upon Work Decrement, *J. Exp. Psychol.*, 50, 343—351 (1955).
87. Peretti P. O., Effects on Reaction Time of Random-False Knowledge of Results of Performance, *Percept. Mot. Skills*, 30, 838 (1970).
88. Pishkin V., Effects of Probability of Misinformation and Number of Irrelevant Dimensions upon Concept Identification, *J. Exp. Psychol.*, 59, 371—378 (1960).
89. Pressey S. L., Development and Appraisal of Devices Providing Immediate Automatic Scoring of Objective Tests and Concomitant Self-Instruction, *J. Psychol.*, 29, 417—447 (1950).

90. Rosenberg S., The Maintenance of a Learnt Response in Controlled Interpersonal Conditions, *Sociometry*, 22, 124—138 (1959); см. также: Rosenberg S., A Laboratory Approach to Interpersonal Aspects of Team Performance, *Ergonomics*, 2, 335—348 (1959).
91. Rosenberg S., Hall R. L., The Effects of Different Social Feedback Conditions upon Performance in Dyadic Teams, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 57, 271—277 (1958).
92. Roweton W. E., Davis G. A., Effects of Preresponse Interval, Postinformative Feedback Interval, and Problem Difficulty on the Identification of Concepts, *J. Exp. Psychol.*, 78, 642—645 (1968).
93. Sadacca R. et al., Image Interpretation Task — Status Report, Technical Research Report 1129, U. S. Army Behavioral Science Research Laboratory, Washington, D. C., June 1962.
94. Saunders P. S., Neimark E. D., Effects of Misinformative Feedback and Awareness of Misinformation on Concept Attainment Strategy, Proceedings, American Psychological Association Convention, p. 49—50 (1967).
95. Sipowicz R. R. et al., The Effects of Reward and Knowledge of Results on the Performance of a Simple Vigilance Task, *J. Exp. Psychol.*, 64, 58—61 (1962).
96. Smith R. L. et al., Effects of Monetary Rewards and Punishments on Vigilance Performance, *J. Appl. Psychol.*, 51, 411—416 (1967).
97. Smode A. F., Learning and Performance in a Tracking Task under two Levels of Achievement Information Feedback, *J. Exp. Psychol.*, 56, 297—304 (1958).
98. Sulzer J. E., Levy C. M., A Test for the Effect of Numerical Magnitude of Knowledge of Results, *Percept. Mot. Skills*, 22, 311—316 (1966).
99. Taubman R. E., The Effect of Practice with and without Reinforcement on the Judgement of Auditory Number, *J. Exp. Psychol.*, 34, 143—151 (1944).
100. Thorndike E. L., The Law of Effect, *Am. J. Psychol.*, 39, 212—222 (1927).
101. Wallis D., Samuel J. A. Some Experimental Studies of Radar Operating, *Ergonomics*, 4, 155—168 (1961).
102. White R. M., Schmidt S. W., Preresponse Intervals Versus Postinformative Feedback Intervals in Concept Identification, *J. Exp. Psychol.*, 94, 350—352 (1972).
103. Wiedenfelder E. W. et al., Effects of Knowledge of Results (True and False) on Vigilance Performance, *Percept. Mot. Skills*, 14, 211—215 (1962).
104. Wiener E. L., Knowledge of Results and Signal Rate in Monitoring: A Transfer of Training Approach. *J. Appl. Psychol.*, 47, 214—222 (1963).
105. Wiener E. L., Training for Vigilance: Repeated Sessions with Knowledge of Results, *Ergonomics*, 11, 547—556 (1968).
106. Wiener E. L. An Adaptive Vigilance Task with Knowledge of Results, *Hum. Factors*, 16, 333—338 (1974).
107. Wiener E. L., Attwood D. A., Training for Vigilance: Combined Cueing and Knowledge of Results, *J. Appl. Psychol.*, 52, 474—479 (1968).
108. Williams A. C., Briggs G. E., On-target Versus Off-Target Information and the Acquisition of Tracking Skill, *J. Exp. Psychol.*, 64, 519—525 (1962).
109. Williams I. D., Practice and Augmentation in Learning, *Hum. Factors*, 16, 503—507 (1974).
110. Zajonc R. B., The Effects of Feedback and Probability of Group Success on Individual and Group Performance, *Hum. Relat.*, 15, 149—161 (1962).
111. Ziller R. C., Toward a Theory of Open and Closed Groups, *Psychol. Bull.*, 64, 164—182 (1965).

ЛИТЕРАТУРА К ПРИМЕРАМ

Пример 149. Johnson E. M., Payne M. S., Vigilance: Effects of Frequency of Knowledge of Results, *J. Appl. Psychol.*, 50, 33—34 (1966).

Пример 150. Bergum B. O., Lehr D. J., Vigilance Performance as a Function of Task and Environmental Variable, Research Report 11, Human Resources Research Office, U. S. Army Air Defense Human Research Unit, Fort Bliss, Tex., May 1963.

Пример 151. McCormack P. D. et al., Effects on Reaction Time of Partial Knowledge of Results of Performance, *Percept. Mot. Skills*, 17, 279—281 (1963).

Пример 152. McCormack P. D., McElheran W. G., Follow-up of Effects of Reaction Time with Partial Knowledge of Results, *Percept. Mot. Skills*, 17, 565—566 (1963).

Пример 153. Goldstein I. L. et al., Effect of Percentage and Specificity of Feedback on Choice Behavior in a Probabilistic Information-Processing Task, *J. Appl. Psychol.*, 52, 163—168 (1968).

Пример 154. Bourne L. E., Pendleton R. B., Concept Identification as a Function of Completeness and Probability of Information Feedback, *J. Expl. Psychol.*, 56, 413—420 (1958).

Пример 155. Goldstein I. L. et al., Feedback in a Complex Multiman-Machine System, *J. Appl. Psychol.*, 51, 346—351 (1967).

Пример 156. Smode A. F., Learning and Performance in a Tracking Task under Two Levels of Achievement Information Feedback, *J. Exp. Psychol.*, 56, 297—304 (1958).

Пример 157. Hunt D. P., The Effect of the Precision of Informational Feedback on Human Tracking Performance, *Hum. Factors*, 3, 77—85 (1961).

Пример 158. Naylor J. C. et al., Long-Term Skill Transfer and Feedback Conditions during Training and Rehearsal, Report AMRL-TDR-63-136, Behavioral Science Laboratory, 6570th Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, December 1963 (AD 431-222).

Пример 159. Cotterman T. E., Effects of Variations in Specificity of Knowledge of Results on the Improvement of a Perceptual Skill, Behavioral Science Laboratory, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, August 1960 (AD 246-349).

Пример 160. Morin R. E., Factors Influencing Rate and Extent of Learning in the Presence of Misinformative Feedback, *J. Exp. Psychol.*, 49, 343—351 (1955).

Пример 161. Kinkade R. G. et al., A Study of Tactical Decision Making Behavior (Experiment II), Report EDS-TR-66-61, Decision Sciences Laboratory, Hanscom Field, Mass., November 1965 (AD 478-769).

Пример 162. Monty R. A., Auditory Perception of Numerosity as Affected by Number and by Correct and Incorrect Knowledge of Results, *Hum. Factors*, 4, 193—199 (1962).

Пример 163. Federico P. A., Some Effects of Inflating Information Feedback on the Acquisition of a Discrete Lever-Positioning Response, *Percept. Mot. Skills*, 31, 447—459 (1970).

Пример 164. Noble C. E., Broussard I. G., Effects of Complex Transformations of Feedback upon Simple Instrumental Behavior, *J. Exp. Psychol.*, 50, 381—386 (1955).

Пример 165. Ware J. R., Baker R. A., Effects of Method of Presentation, Modes and Response Category Knowledge of Results on Detection Performance in a Vigilance Task, *J. Eng. Psychol.*, 3, 111—116 (1964).

Пример 166. Hardesty D. et al., Influence of Knowledge of Results on Performance in a Monitoring Task, *Percept. Mot. Skills*, 16, 629—634 (1963).

Пример 167. Feallock J. B., Briggs G. E., A Multiman-Machine System Simulation Facility and Related Research on Information-Processing and Decision-Making Tasks, Report AMRL-TDR-63-48, Behavioral Science Laboratory,

6570th Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1963 (Study 2, 84—109) (AD 411-552).

Пример 168. Hall R. L., Group Performance under Feedback that Confounds Responses of Group Members, *Sociometry*, 20, 297—305 (1957).

Пример 169. Rosenberg S., Hall R. L., The Effects of Different Social Feedback Conditions upon Performance in Dyadic Teams, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 57, 271—277 (1958).

Пример 170. Zajonc R. B., The Effects of Feedback and Probability of Group Success on Individual and Group Performance, *Hum. Relat.*, 15, 149—161 (1962).

Пример 171. Alexander L. T. et al., The Effectiveness of Knowledge of Results in a Military System-Training Program, *J. Appl. Psychol.*, 46, 202—211 (1962).

Пример 172. Cockrell J. T., Maintaining Image Interpreter Proficiency Through Team Consensus Feedback, Technical Research Note 195, U. S. Army Behavioral Science Research Laboratory, Washington, D. C., April 1968 (AD 833-583).

Пример 173. Cockrell J. T., Maintaining Target Detection Proficiency through Team Consensus Feedback, Technical Research Note 219, U. S. Army Behavioral Science Research Laboratory, Arlington, Va., December 1969 (AD 707-376).

Пример 174. Rosenberg S., Cooperative Behavior in Dyads as a Function of Reinforcement Parameters, *J. Abnorm. Soc. Psychol.*, 60, 318—333 (1960).

Пример 175. Horrocks J. E. et al., Team Training II: Individual Learning and Team Performance, Report NAVTRADEVCEEN 198-2, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., August 1960 (AD 247-147).

Пример 176. Gibbs C. B., Brown I. D., Increased Production from the Information Incentive in a Repetitive Task, № 230, Medical Research Council, Applied Psychology Research Unit, Great Britain, March 1955; описано в примере 177.

Пример 177. Chapanis A., Knowledge of Performance as an Incentive in Repetitive Monotonous Tasks, *J. Appl. Psychol.*, 48, 263—267 (1964).

Пример 178. Hundal P. S., Knowledge of Performance as an Incentive in Repetitive Industrial Work, *J. Appl. Psych.*, 53, 224—226 (1969).

Пример 179. Locke E. A., Bryan J. F., Knowledge of Score and Goal Level as Determinants of Work Rate, *J. Appl. Psychol.*, 53, 59—65 (1969).

Пример 180. Leamon T. B., An Investigation into the Effects of Knowledge of Results on Operator Performance, *Ergonomics*, 17, 639—650 (1974).

Пример 181. Denny N. R., Gruemmer H. C., Event Frequency Memory and Categorization Performance as a Function of Conditions of Feedback, Report, Contract DAAD05-69-C-0102, Texas Technical University, Lubbock, March 23, 1970 (AD 703-848).

Пример 182. Karsh R. et al., Effects of Knowledge of Results and Method of Payoff on Keeping-Track Performance, *J. Psychol.*, 75, 73—79 (1970).

Пример 183. Coulter X., The Effect of Performance Relevance and Feedback upon Resistance to Anticipatory Stress, Report NAMRL-1114, USAARL No. 69-10, Joint Army-Navy Report, U. S. Army Aeromedical Research Laboratory, Naval Aerospace Medical Research Laboratory, August 14, 1970.

Пример 184. Wiener E. L., Knowledge of Results and Signal Rate in Monitoring: a Transfer of Training Approach *J. Appl. Psychol.*, 47, 214—222 (1963).

Пример 185. Micheli G., Augmenting Feedback and Transfer of Training, Report NAVTRADEVCEEN 1H-41, Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., March 1966 (AD 631-405).

Пример 186. Briggs G. E., Research on Augmented Feedback and the Acquisition and Transfer of Skill, Report NAVTRADEVCEEN 836-3, U. S. Naval

Training Device Center, Port Washington, N. Y., September 5, 1962 (AD 293-884).

Пример 187. Briggs G. E., On the Scheduling of Training Conditions for the Acquisition and Transfer of Perceptual-Motor Skills, Report NAVTRADEV-CEN 836-1, U. S. Naval Training Device Center, Port Washington, N. Y., December 1961 (AD 419-362).

Пример 188. Kinkade R. G. A Differential Influence of Augmented Feedback on Learning and on Performance, Report AMRL-TDR-63-12, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1963 (AD 402-973).

Пример 189. Ward J. L., Senders J. W., Methodological Studies of Tracking Behavior: The Effect of Various Supplemental Information Feedbacks, Report 1458, Final Report Nonr 4605(00), Bolt, Beranek, and Newman, Inc., Cambridge, Mass., May 31 (AD 649-574) (1966).

Пример 190. Shaw M. E., Blum J. M., Group Performance as a Function of Task Difficulty and the Group's Awareness of Member Satisfaction, *J. Appl. Psychol.*, 49, 151—154 (1965).

Пример 191. Berger P. K. et al., The Role of Trial in the Acceptance and Adoption of New Equipment, A Review and Summary, Report LS/TR 66-1, Life Sciences, Inc., Fort Worth, Tex., August 1966.

Глава 7

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОММЕНТАРИИ

Большая часть бихевиористских исследований не относится к системам, поскольку она касается индивида. Вопросы, на которые отвечают эти исследования, не в полной мере релевантны системному проектированию, так как не обеспечивают его необходимыми количественными данными. Однако некоторые квазисистемные исследования показывают, что человек в системе не просто реагирует, а активно модифицирует ее функционирование.

ВВЕДЕНИЕ

Данная глава весьма коротка. По поводу рассмотренных выше тем можно было бы сказать и больше; некоторые темы здесь вообще не затронуты, такие, как расширенные операции, утомление, режимы работы и отдыха, однако в какой-то момент в книге должна быть поставлена последняя точка.

В данной главе мы пытаемся суммировать результаты исследований, описанных в предыдущих главах. Что мы узнали о способах проведения бихевиористских исследований системы?

В целом бихевиористская литература, обзор которой приводится в этой книге, весьма впечатляет. Однако мы не можем игнорировать имеющиеся в ней пробелы. Многие из выводов недостаточно обоснованы и должны быть подтверждены дополнительными экспериментами. Если бы автор располагал неограниченными финансовыми возможностями, временем и свободой выбора экспериментаторов, то главная задача его исследования состояла бы в объединении всех известных данных и опровержении любых сомнений в их достоверности.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

У читателя не должно вызывать удивления, что большая часть исследований, рассмотренных в данной книге, представляет собой не «настоящие» системные исследования хотя бы потому, что они не удовлетворяют специфическим системным критериям, выдвинутом в предисловии. Многие из этих исследований можно назвать «человеко — машинными» экспериментами, поскольку им свойственны операции с оборудованием или они направлены на анализ проблем, касающихся поведения оператора. Если в них и делается попытка путем включения внешних инструментальных характеристик системы (например,

авиационных приборов и их аналогов) смоделировать системные условия, основное внимание все-таки уделяется ответным реакциям оператора на стимулы (т. е. деятельности отдельного оператора и его внутреннему состоянию), а не тому, как они трансформируются в выходные параметры системы.

Разумеется, можно привести и примеры исследований, близких к системным критериям, перечисленным в предисловии. Отличительные черты таких исследований описаны ниже.

В своей совокупности весь объем релевантных бихевиористских исследований может ошеломить читателя. Однако когда необходимо найти в них ответ на специфические вопросы, удивляет ограниченность данных по многим темам. В общем это вполне объяснимо, если иметь в виду множество переменных величин, влияющих на выполнение операций в системе; возможно также, что вследствие незначительного количества системных исследований объем релевантных данных и должен быть минимальным.

Другой особенностью рассматриваемых исследований (опять-таки за несколькими немаловажными исключениями) является то, что поставленные в них вопросы не в полной мере релевантны системному проектированию или пониманию того, как функционирует система. Поэтому мы и не можем решить проблемы, описанные в гл. 1. В выполненных исследованиях основное внимание уделяется выяснению вопроса, касающегося важности переменных величин X или Y . Очевидно, любая переменная величина важна или нет (с практической, а также статистической точки зрения) в зависимости от способа ее взаимодействия с другими переменными величинами, одновременно с ней влияющими на систему. С этой точки зрения поставленные вопросы нерелевантны по существу. В действительности вопрос должен ставиться так: *при каких условиях* та или иная переменная величина приобретает существенное значение? Или, еще точнее, при каких количественных характеристиках данная переменная начинает оказывать существенное влияние на оператора и выходные параметры системы?

Задача экспериментатора значительно усложняется, когда его обязывают выдавать *количественные* значения параметра, представляющие собой точку на континууме, в которой системотехник может ожидать значительных изменений в поведении оператора и функционировании системы. Это требование не ново. Кристенсен подчеркивал этот же самый момент, когда писал, что «инженеру-проектировщику нет надобности знать, что «а» значительно лучше «б»; но он должен знать, насколько лучше, а также последствия выбора определенных точек из континуума переменной «а», исходя из получаемой эффективности» [5].

В этом контексте Чапанис [1, 2] подчеркивал, что для специалиста в области человеческих факторов приемлема лишь небольшая часть фундаментальных исследований, даже тогда, когда они предпринимались для решения конкретных проблем реальной действительности. Более того, как обнаружили Кристенсен и Милс [3], нам очень мало известно о деятельности, выполняемой оператором в операционных (производственных) условиях реальных систем. Другой причиной трудностей, с которыми сталкиваются исследователи в своих попытках обеспечить системотехника приемлемыми данными, является огромное разнообразие рассматриваемых ситуаций (гл. 3). Это крайне затрудняет усилия, направленные на обобщение имеющихся сведений. Возможно, что разнообразие ситуации является в основном результатом специфичности характеристик данных конкретных задач. С этой точки зрения мы и не должны рассчитывать на рекомендации, которые можно было бы с легкостью переносить с одной задачи на другую. С другой стороны, трудно доверять выводам, почерпнутым из исследования, выполненного с одной-единственной задачей. На вопрос о том, как различия задач влияют на деятельность оператора и функционирование системы,— вопрос, решение которого создает крайне благоприятные возможности для будущих исследований,— еще не получено ответа.

Бихевиористские исследования ценны постольку, поскольку они предлагают общие принципы, которые системотехники могут использовать в качестве руководства при проектировании сложных систем. Однако данные, специфичные для их применения в конкретной области проектирования, приходится получать либо логически (путем анализа, если это возможно), либо экспериментально (с помощью так называемых «быстрых» или «грязных» исследований). Так как при разработке систем возможности экспериментирования (любого типа) так или иначе ограничены, специалист в области человеческих факторов должен особое внимание уделять применению аналитических методов. Разработка последних позволила бы ему адаптировать данные, касающиеся функционирования системного оборудования, к сфере деятельности и поведению человека, находящегося под влиянием этого оборудования (например, определение требований, предъявляемых к обучению, исходя из характеристик системы), и наоборот (например, выбор оптимальной конфигурации оборудования на основе знания возможностей оператора). К сожалению, после новаторской работы Миллера [6] в области методов анализа задач было предложено сравнительно мало новых оригинальных идей.

Другая особенность рассматриваемых исследований состоит в недостаточном внимании, уделяемом подбору испытуемых.

Спрашивается, насколько обоснованно включается в состав операторов студент колледжа — типичный испытуемый в бихевиористских экспериментах. Автор подозревает (по этой проблеме слишком мало точных данных), что средний оператор системы существенно отличается от среднего испытуемого не только по интеллектуальным способностям, но и по установкам и стратегиям деятельности.

В конце концов, отчего исследование в области человеческих факторов часто не в состоянии удовлетворять требованиям систем. Ответ на этот вопрос очевиден. Исследования такого рода дорогостоящи, а для их проведения необходимо участие большого количества испытуемых в течение длительного времени: проектировать экспериментальные ситуации, воспроизводящие реальные системы, нелегко. Однако помимо вышеназванных объяснений существует мнение относительно того, что многие специалисты в области человеческих факторов слишком привязаны к психологической традиции, концентрирующей внимание на индивиде. А это ведет к формированию «гомоцентрических» концепций системы, в соответствии с которыми индивид рассматривается как критический элемент системы; как следствие концепция системы формулируется в основном исходя из индивидуальных системных переменных.

Отдельный оператор действительно является критическим элементом системы «человек — машина». Однако, переоценивая значение его индивидуальности, исследователь может упустить из виду другие важные характеристики системы, в частности взаимоотношения между подсистемами, а также между персоналом системы и системой в целом.

Каковы последствия неумения проектировщика рассматривать систему в контексте исследований человеческих факторов? Очевидно, специалист в области человеческих факторов, принимающий участие в разработке систем, получает лишь часть необходимых данных. Кроме того, на наиболее критический для исследований человеческих факторов вопрос (т. е. вопрос о взаимоотношении человека и системы) нельзя дать эффективный ответ. Поэтому трудно доказать, что деятельность специалистов в области человеческих факторов, связанная с разработкой и функционированием систем, может что-либо реально изменить. К сожалению, хотя эта дисциплина и вносит полезный вклад в разработку систем, потенциальные потребители исследований человеческих факторов по-прежнему не убеждены в ее полезности.

Все эти трудности, разумеется, не являются виной одного только исследователя, сфера деятельности которого часто ограничена запросами ложно информированных или некомпетентных в проблемах бихевиоральных наук потребителей.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФФЕКТИВНОГО СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Одна из причин того, что в этой книге использована методика, основанная на рассмотрении примеров исследований, заключается в желании автора показать разные модели исследования, допускающие выбор эффективных способов решения системных проблем. Было бы наивным пытаться ранжировать огромную массу исследований по таким показателям, как «хорошая работа» или эффективность, однако некоторые из них, а точнее, серии исследований, особенно впечатляющие: работа Кидда и его коллег (примеры 2, 3, 4, 5 и 137); Бригса и его сотрудников (примеры 71, 75, 133, 143 и 148); Хоррокса и др. (пример 127); Глазера и его сотрудников (примеры 130, 138 и 140); Ланцетты и Роби (примеры 6, 68, 123 и 144); исследование по принятию решений, описанное Хоуэллом (пример 113).

Все упомянутые выше исследования в определенной степени удовлетворяют требованиям критериев, предложенных в предисловии. Необходимо также подчеркнуть важность следующих характеристик.

Непрерывность

Каждая ссылка представляет собой *серию* исследований, связанных с одной-единственной темой или несколькими взаимосвязанными темами, которые изучаются на материале одной и той же задачи (или очень похожих задач). В отличие от отдельных исследований, освещающих один или два вопроса, но проводимых необязательно одним и тем же исследователем, подобные исследования позволяют проверить некоторую переменную величину с разных точек зрения. Это обстоятельство повышает их ценность. Например, в процессе проведения исследования по проблемам обучения, выполнявшегося в Университете шт. Огайо в течение четырех лет, «сложность рассматриваемых тем прогрессировала, начиная от вопроса о соотношении командного и индивидуального обучения и кончая детальным изучением организации и надежности задачи, критериев системы, каналов коммуникации и влияния обратной связи на обучение команды. Результаты исследований значительны, поскольку они представляют собой заметный шаг на пути решения изучаемых проблем» [9].

Репрезентативность задачи

Почти во всех случаях образцовые исследования выполнялись на материале реальных систем или их реальных аналогов, обладающих многообразием функций, свойственных реальным

системам. Это не значит, что эффективное исследование нельзя выполнить, используя лишь простые функции, такие, как время реакции, или на материале лабораторных задач, подобных задачам бдительности или слежения, однако результаты последних трудно переносить в сферу реальной практики с ее сложностью и многообразием функций.

Чтобы рассмотреть задачи в системном контексте, необходимо выполнить как можно больше исследований системных переменных на молекулярном уровне: например, при сравнении эффективности функционирования корабля в целом и деятельности отдельной команды невозможно использовать традиционные лабораторные или даже контролируемые эксперименты на месте. Для этого могут понадобиться историко-дескриптивные методы, с помощью которых исследуются данные, не поддающиеся экспериментальному анализу, такие, как системные факты, описанные в примере 121.

Даже если человеческая деятельность изучается в системном контексте, результаты таких исследований имеют последствия и для индивидуальных аспектов человеческой деятельности, таких, как обработка информации. Наиболее эффективные из исследований с системной ориентацией, такие, как работа Бригса и его сотрудников, благодаря предварительному планированию и постановке проблем могут дать ценные сведения как для изучения индивидуальной деятельности, так и их применения при проектировании систем.

Опыт испытуемых

Следует упомянуть и другие исследования, в которых эксперименты проводились с испытуемыми, уже имевшими опыт выполнения задач. Многие из подобных исследований проводились в военном контексте (в [7] дан обзор этих исследований), но ничто не мешает другим исследователям выполнить аналогичную работу и в условиях функционирования гражданских систем. Бихевиористские исследования были и в значительной степени остаются дисциплиной, основанной на ответных реакциях наивных студентов колледжей, в то время как желательно прогнозировать поведение тренированных профессионалов.

СИСТЕМНАЯ ТЕОРИЯ

Одна из характеристик исследований человеческих факторов заключается в том, что они носят скорее прагматический, чем теоретический характер. Исследователи вроде Кидда и его коллег или Бригса и Хуэлла с сотрудниками ставят вопросы.

практического характера, например что произойдет, если увеличить численность команды (Кидд, пример 2), и потом пытаются ответить на эти вопросы. Теоретические концепции присутствуют, разумеется, и в исследовании Глазера и др., и в исследованиях по проблемам принятия решения, обобщенных Хоуэллом (пример 113); но практика создания теорий в этой области не очень отработана по сравнению с теориями, касающимися индивида, такими, как теория бдительности (например, [8]). Теоретические поиски в области исследования человеческих факторов проводятся на сравнительно низком уровне. Однако это замечание не следует рассматривать как осуждение выбранного направления исследования. Прагматический уклон, возможно, диктуется необходимостью. Может быть, он даже желателен: многие проблемы нельзя эффективно решить, не прибегая к прямым методам.

Во всяком случае, большая часть теоретических исследований в области человеческих факторов не основана на едином, глубоко обоснованном наборе системных концепций; такие исследования обычно описывают деятельность индивида, включенного в систему, но не являющегося частью системы. Например, Кидд [4] считает, что главным фактором, влияющим на деятельность диспетчеров воздушного транспорта в процессе эксперимента, является кратковременная память — параметр, описывающий поведение индивида, а не системы.

В действительности в области человеческих факторов выполнено большое количество теоретических работ, которые, однако, не были признаны теоретическими, поскольку, говоря о теории, мы психологически настраиваемся на изучение переменных величин индивидуальной деятельности, тогда как деятельность специалиста в области человеческих факторов связана скорее с решением конкретных проблем, чем с разработкой теоретических концепций.

Однако понятия, к которым прибегают специалисты в области человеческих факторов, сами по себе являются как раз теоретическими конструкциями. Такие понятия, как входные и выходные данные задачи, команда, требования системы, рабочая нагрузка и взаимодействие человека с машиной, предполагают теоретическую структуру, имеющую смысл лишь по отношению к системам и которую нельзя обнаружить в теориях поведения индивида. Теоретические выводы, основанные на этих понятиях, однако, не были систематизированы.

ЧЕЛОВЕК В СИСТЕМЕ

Исследованиям в области человеческих факторов можно давать оценку не только с узкопрофессиональной точки зрения

ученого, но и на основе того вклада, который внесли эти исследования в развитие общества в целом. Влияние бихевиоральной дисциплины проявляется не только в получаемых ею данных, но и в ее воздействии на культуру, в изменениях взглядов людей на самих себя, на окружающую среду. Ярким примером подобного влияния является психоанализ, заметно расширивший сферу своего применения.

В этом смысле исследования человеческих факторов подтвердили тесную связь человека с выполняемым им технологическим процессом. Эти исследования учат нас тому, что человек всегда включен в ту или иную систему (гражданскую, военную, социальную, политическую или в систему «человек — машина», представляющую для нас наибольший интерес); при этом он не является только пассивным, всего лишь реагирующим элементом, всецело зависящим от системы в целом: человек критически изучает окружающую среду, разрабатывает когнитивную модель системы и не просто приспособливает свое поведение к задачам системы, а часто пытается модифицировать последнюю в соответствии со своими потребностями. Система становится частью реального мира, который он постоянно исследует и пытается изменить.

Активная деятельность человека в системе может казаться чем-то вполне очевидным, известным из реальной жизни или по воспроизведению этой реальности в искусстве (романы, пьесы и т. д.), тогда как исследователи в области человеческих факторов, возможно, экспериментально демонстрируют то, что многие из нас подозревали, исходя из наших собственных восприятий.

Выводы, почерпнутые из исследований человеческих факторов, всего лишь подтверждают очевидное, то, что мы как индивиды воспринимаем как «реальность», исходя из нашего каждодневного опыта или опыта коммуникации с другими людьми. Например, «очевидно», что инструктивная обратная связь повышает качество обучения, что слишком быстро сменяющиеся входные параметры с трудом поддаются регулированию, что люди с трудом решают вероятностные задачи и т. д. и т. п. Подобные выводы могут показаться тривиальными читателю, ориентированному на реальность.

Экспериментальная феноменология — прямое восприятие поведения, которое придает многим бихевиористским выводам видимость тривиальности, — более характерна для индивидов, чем для системных контекстов. Изучая взаимосвязь между поведением оператора и системы в целом, выясняется, что мы располагаем гораздо меньшим опытом, чем нам казалось, чтобы делать предположения относительно важности тех или иных переменных и их влиянии на функционирование системы,

Людям трудно воспринимать макросистемы. С этой точки зрения исследования, ориентированные на системы, труднее об- винять в тривиальности.

В конечном счете главная задача специалиста в области человеческих факторов заключается, конечно, в том, чтобы, помогая разработке систем, участвовать в развитии человеческого общества в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chapanis A., The Relevance of Laboratory Studies to Practical Situations, *Ergonomics*, 10, 557—577 (1967).
2. Chapanis A., The Search for Relevance in Applied Research, In W. T. Singleton et al. (Eds.), *Measurement of Man at Work*, London: Taylor and Francis, Ltd., 1—14 (1971).
3. Christensen J. M., Mills R. G., What Does the Operator do in Complex Systems? *Num. Factors*, 9, 329—340 (1967).
4. Kidd J. S., A Summary of Research Methods, Operator Characteristics, and System Design Specifications Based on the Study of a Simulated Radar Air Traffic Control System, WADC Technical Report 59-236, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, July 1959.
5. Meister D., *Human Factors: Theory and Practice*, Wiley, New York, 1971.
6. Miller R. B., *Some Working Concepts of Systems Analysis*, American Institute for Research, Pittsburgh, February 1953.
7. Parson H. M., *Man-Machine System Experiments*, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1972.
8. Tanner W. P., Swets J. A., A Decision-Making Theory of Visual Detection, *Psychol. Rev.*, 61, 401—409 (1954).
9. Williges R. C., A Tribute to George: Reflections from Colleagues. Part 2 — Lessons in System Research, Paper Presented at the American Psychological Association Annual Meeting, Chicago, Ill., September 1975.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Автоматизация 130, 182, 259

- определения 182
- принятие решения 259—273
- роль обратной связи 183—186, 265

Байесова модель 261

Бихевиоральные науки 7, 442

Вероятностные задачи 144, 153

Взаимодействующие переменные 130—131

Входные сигналы 23, 28, 86

- — длительность 28
- — значение 206
- — значимость 72—73, 205
- — изменчивость 206, 211—213
- — источники 221
- — количество 39
- — каналов 87
- — определения 22
- — переменные и нагрузка 36—46
- — скорость изменения 89
- — способ предъявления 28, 104—109
- — стоимость 73, 206
- — характеристики 205
- — частота 40

Выходные сигналы 29

- — длительность 29
- — количество 29
- — определения 22
- — способ использования 29
- — характеристики 29
- — частота 29

Группы 286—287. *См. также* Команда

Задачи 142

- автоматизация 130, 182—186

— взаимодействия внутри задачи 177

— — между задачами 173

— взаимодействующие переменные 130

— временные отношения 128

— зависимость 129

— и оборудование 186

— критичность 129

— малых групп 144

— операционные 183

— определения 127

— организация 129, 171

— перцептивные 149

— предсказуемость 227—228

— слежения 149

— таксономия 142

— классификация 134

— — общие 138

— — определения 132

— — по Берлинеру 136

— — — Миллеру 139—140

— — — Стайнеру 141

— — специфические 141—142

Знание результатов 379. *См. также*

Обратная связь

Индекс оценки проекта 152

Индивид 16

— кривая обучаемости 332

— подготовка 250

— различия 252

Информация

— вероятностная 227

— восприятие 216

— гибкость обработки 101

— детерминированная 227

— достоверность 223, 225

— источники 221

— новизна 216

— объем 100, 205

— отображение 104

— темп ввода 222

— тип 100

— релевантность 205, 224

Использование ЭВМ 157. См. также
Автоматизация

Каналы 28, 87

Команда 285

- взаимодействие 290
- деятельность 292
- индивидуальная подготовка 313
- коммуникация 343, 350—351
- кривая обучаемости 332
- критерии деятельности 29, 237
- обратная связь
- обучение 330—331
- определения 285—286
- организация 289, 315—329
- переменные величины 288—293
- состав 291, 310
- установки и мотивация 352—353
- численность 288, 294, 302
- Коммуникации 146—147
- Критерий 29
- деятельности 29, 237
- и обратная связь 289
- ответной реакции 41—42, 208
- решения 207
- функционирования системы 29

Многооператорные системы «человек — машина» 21

Мотивация и обратная связь 409

Нагрузка 36

- аддитивность 65
- балансировка 68
- визуальные функции 57
- влияние на коммуникации 84
- внутренние 60
- интервалы 74
- и численность команды 80
- концепции 36
- налет 52—53
- организационные отношения 78—81
- определения 37
- переменные 39—46
- постепенно увеличивающаяся 77
- распределение 83
- способность оператора 38
- траектория 49—52, 70
- факторы операторов 66—68
- цель 56, 65—66

Обратная связь 365—366

- — взаимосвязанные переменные величины 373—374
- — внешняя 369
- — внутренняя 369
- — временные факторы 371
- — дезинформация 390—391
- — задержанная 388
- — идиосинкразические факторы 425—426
- — количественные факторы 371—372
- — командная 404
- — мотивационные факторы 409—411
- — неполная 388
- — объем 371—372, 378, 382—384
- — определения 306—370
- — системный контекст 373
- — смешанная 401—402
- — содержание 373
- — специфичность 372, 384—385
- — средство предъявления 373, 393—393
- — структурные переменные величины 370—373
- — точность 387
- — трансформация 391
- — уровень источника 395—397
- — усиленная 368, 417—420
- — функции 404—405
- — частота 371—372

Оператор

- концепция 16
- стратегии 66—67
- факторы 66—68
- — индивидуальные 252—54
- — интер-операторные 67
- — интра-операторные 67

Персонал 26—28

- взаимодействие 255—258
- количество 26
- общие сведения 9
- тренировка 175, 250
- Подготовка 131, 250, 268—270
- команды 330
- и нагрузка 76—78
- — опытность 250, 268—270

Принимающий решение 203, 226

- — индивидуальные различия 211—213

- — поведение в процессе принятия решения 229—230

Принятие решения 2

- — автоматизация 259—260

- — вероятностная информация 227—229, 233
- — временные требования 207
- — входные и выходные факторы 209—211
- — — характеристики 205
- — изменчивость входных сигналов 206
- — критерии 207
- — личностные факторы 208
- — определения 201—203
- — опыт 268
- — организация группы 255—258
- — переменные величины 204
- — — ситуационные 208—209
- — — структурные 205, 213—215
- — подготовка 250
- — скорость предъявления информации 220—222
- — среда 209
- — стадии 202
- — типы задач 203
- — уровень неопределенности 226—227

Противовоздушная оборона 70, 232—236

- — исследование нагрузки 48—51, 70

Реакция

- альтернативная 207
- критерии 208
- переменные величины 41—42
- программирование 32

Система 9, 15, 206

- адаптация 33
- военная 9, 25
- допущения 17—18
- гражданская 9, 25
- контекст 131
- концепция 15
- критерии функционирования 29
- определения 9, 15
- организация 24
- переменные величины 23
- разработка 19

- типы 25
- требования 19
- характеристики 21—23
- человек — машина 16
- целенаправленность 18
- Среда 209
- пограничная 21
- системы 209
- Стимулы 40
- количество 40
- релевантность 40
- скорость предъявления 40
- Стресс 43—44

Структуры

- высокой жесткости 214, 215
- низкой жесткости 214, 215
- сигналов 227

Структурирование 154. *См. также* Задачи

Таксономия 132. *См. также* Задачи

Трансформация 391

Управление движением воздушного транспорта 68—70

Усиленная обратная связь 417. *См. также* Обратная связь

Факторы

- входные и выходные 209—210
- задач 208
- индивидуальные 252
- личностные 208
- мотивационные 409
- операторов 66
- организационные 78
- человеческие 7. *См. также* Человеческие факторы

Человек — машина 16. *См. также* Система

Человеческие факторы 445—450. *См. также* Факторы

Эргономические исследования 11

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода	5
Предисловие к серии	7
Предисловие	9
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В КОНЦЕПЦИЮ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК — МАШИНА»	15
Концепция системы «человек — машина»	15
Допущения, принятые в системе «человек — машина»	17
Характеристики многооператорной системы «человек — машина»	21
Переменные величины системы	23
Фактор неопределенности	31
Вопросы по исследованию систем	33
Литература	35
Глава 2. ВЛИЯНИЕ ВХОДНЫХ НАГРУЗОК НА РАБОТУ СИСТЕМЫ	36
Введение	36
Общие результаты работы	46
Факторы операторов	66
Организационные факторы	78
Входные переменные величины	86
Краткие выводы	112
Рекомендации по разработке систем	114
Литература	115
Глава 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАДАЧ	125
Введение	125
Таксономии задач	132
Типы исследовательских задач и методология	142
Трудность задачи	154
Структурирование задачи	162
Сложность задачи	166
Организация задачи	171
Автоматизация	182
Соотношения между оборудованием и задачей	186
Краткие выводы	192
Рекомендации по разработке систем	195
Литература	196
Глава 4. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ	201
Введение	201
Определения	201
Входные и выходные факторы	209

Поведение в процессе принятия решения	229
Подготовка и опыт	250
Индивидуальные факторы	252
Организация групп	255
Автоматизация	259
Краткие выводы	273
Рекомендации по разработке систем	275
Литература	276
Глава 5. ФУНКЦИИ КОМАНДЫ	285
Введение	285
Численность команды	294
Состав команды	305
Организация команды	315
Обучение команды	330
Деятельность команды и коммуникация	343
Установки и мотивация	352
Краткие выводы	353
Рекомендации по разработке систем	355
Литература	357
Глава 6. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ	365
Введение	365
Общие положения	374
Временные факторы	376
Частота и объем ОС	378
Специфичность	384
Точность обратной связи	387
Средство предъявления	392
Уровень источника обратной связи	395
Мотивационные факторы	409
Усиленная ОС	417
Идиосинкразические факторы	425
Краткие выводы	430
Рекомендации по разработке систем	432
Литература	434
Глава 7. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОММЕНТАРИИ	442
Введение	442
Характеристики исследования	442
Характеристики эффективного системного исследования	446
Системная теория	447
Человек в системе	448
Литература	450
Предметный указатель	451

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛИ

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».

Д. Мейстер

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Старший научный редактор А. А. Харитонов
Младший научный редактор М. В. Архипова
Художник А. Г. Генкель
Художественный редактор Л. Е. Безрученков
Технический редактор В. П. Сизова
Корректор Т. П. Пашковская

ИБ № 1464

Сдано в набор 30.03.79. Подписано к печати 28.09.79. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 2. Гарнитура латинская. Печать высокая. Объем 14,25 бум. л. Усл. печ. л. 28,50 Уч.-изд. л. 30,52. Изд. № 20/9804. Тираж 9000 экз. Зак. 154. Цена 2 р. 40 к.

Издательство «Мир», 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., 2.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 2 имени Евгении Соколовой «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.