



В. Н. ПУШКИН, В. С. ЗГУРОСКИЙ

ЧЕЛОВЕК И АВТОМАТ

В. Н. ПУШКИН, В. С. ЗГУРСКИЙ

ЧЕЛОВЕК И АВТОМАТ

Психология и техника

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Всесоюзного общества по распространению
политических и научных знаний

Москва 1963

К ЧИТАТЕЛЮ

Современная техника выдвигает перед организаторами производства, конструкторами и технологами задачи, для решения которых одних инженерных знаний недостаточно. Техника становится, по выражению одного ученого, «ансамблем двух мозгов» — человеческого и машинного; выдвигается понятие системы «человек — управляющий автомат — машина». В процессе управления человек должен воспринимать и перерабатывать информацию. Задача эта подчас сложнее и утомительнее, чем простое управление машиной.

Чтобы облегчить ее и избавить человека от утомления и ошибок, на помощь инженерам приходят психологи. Будучи специалистами в области человеческой психики, зная законы мышления, восприятия и т. д., они подсказывают конструкторам, как лучше приспособить новую технику к человеческим возможностям, как обучить людей обращению с техникой. Сдружество инженеров и психологов, создателей новой науки инженерной психологии, благородно, а работа их чрезвычайно увлекательна. В этом легко убедится читатель, ознакомившись с брошюрой «Человек и автомат», один из авторов которой инженер, а другой — психолог. При всей беглости и информационности их рассказа, который скорее можно было бы назвать заметками, ясно ощущается сложность и значительность проблем, которые пытается решить инженерная психология, помогающая улучшать условия труда, повышать его производительность.

Авторы
Вениамин Ноевич Пушкин
Владимир Семенович Згурский

Редактор С. М. Иванов
Техн. редактор И. Т. Ракитин
Корректор Е. Э. Ковалевская
Обложка В. Янкилевского

Сдано в набор 7.I 1963 г. Подписано к печати 14.II 1963 г. Изд. № 65.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 1,0. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,98.
А04007. Цена 6 коп. Тираж 57 000 экз. Заказ 40.

Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Типография изд-ва «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

ЧТО ТАКОЕ ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

В 1946 году перед авиационным советом США встал вопрос о разработке стандартных приборных досок для самолетов. Решение его было поручено подкомитету по проектированию кабины пилотов.

Смысл стандартизации сводился к созданию таких приборных досок, которые бы обеспечивали наиболее быстрое и правильное восприятие показаний приборов и гарантировали летчиков от ошибок при управлении сложными самолетами. От решения задачи зависела не только быстрота обучения и качество пилотирования, но и безопасность — жизнь летчика и сохранность машины. Компоновка приборов на приборной доске может облегчить или усложнить поиски причин возникшей аварии, а у человека в распоряжении считанные секунды.

Вначале была сделана попытка решить эту проблему, опросив большое количество летчиков. В ходе опроса предполагалось выяснить, какое расположение приборов считают наилучшим сами пилоты. После анализа нескольких сот ответов стало ясно, что опрос ничего не дал: мнений было столько же, сколько человек высказалось.

Задачу решили только тогда, когда был проведен специальный психологический эксперимент, в ходе которого и были разработаны приборные доски, оптимальные с точки зрения восприятия человека. Окончательное слово еще раз сказала психология труда, наука, о которой пойдет дальнейший рассказ.

Общеизвестно, что в процессе труда человек воспринимает, представляет, припоминает, решает задачи, т. е. мыслит. В ряде случаев ему приходится напрягать волю; удачи или неудачи в труде вызывают у него определенные эмоции.

В начале нынешнего столетия стали развиваться различные отрасли прикладной психологии, в том числе и психология труда. Ее возникновение обычно связывают с Тейлором и Гилбретом, разработавшими некоторые принципы рационали-

зации труда. Принципы эти главным образом относились к построению движений; их осуществление способствовало повышению производительности труда. Эти работы заложили основу в исследованиях трудовых процессов.

Дальнейшее развитие техники усложнило трудовую деятельность, появились профессии, которые предъявляли высокие требования к психике человека, к его восприятию, сообразительности, к скорости и точности его реакций. В связи с этим возникли уже собственно психологические исследования, направленные главным образом на разработку методов определения пригодности людей к профессиям, связанным с риском, с большой ответственностью за жизнь людей и за сохранность техники (например, водители транспорта). Начало исследования было положено Мюнстербергом, который в 1910 году создал простую установку для исследования будущих водителей трамваев. Исследования предотвратили большое количество катастроф.

Наряду с рационализацией трудовой деятельности и профессиональным подбором психологи работали над проблемами утомления и производственного обучения.

С конца тридцатых годов ведется рационализация способов подачи информации — приборов, приборных панелей, шкал. Начались эти исследования в авиации, но скоро распространились на другие виды трудовой деятельности. Сейчас разработка проблемы оптимальной подачи информации получила название инженерной психологии и выделлась в большую специальную отрасль психологии труда.

В нашей стране первая лаборатория психологии труда была создана в 1923 году И. Н. Шпильрейном, объединившим много талантливых психологов. В течение двенадцати лет эта группа интенсивно занималась широким комплексом вопросов психологии труда. Исследования таких ученых, как С. Г. Геллерштейн, Ю. В. Котелова, В. В. Чебышева и другие, имеют значение и сегодня. Работы по психологии труда проводили не только в центральных научно-исследовательских учреждениях, но и на многих крупных заводах, фабриках, на железнодорожном транспорте.

В 1936 году все эти исследования были фактически прекращены, психологические лаборатории на производстве закрыты, психологи в основном стали заниматься вопросами, не связанными с трудом. Ликвидация психотехники была прямым следствием перегибов эпохи культа Сталина.

Вот уже несколько лет, как психологи по-настоящему заняты изучением трудовых процессов. Большим событием для психологии труда явилась редакционная статья журнала «Коммунист» «Крепить связь психологической науки с жизнью» (1956, № 4). В статье указывалось на необходимость широкой психологической разработки вопросов произ-

водства, критиковались те руководители в промышленности и на транспорте, которые не понимают значения психологии труда. «Технический прогресс, — подчеркивалось в статье, — еще более усиливает значение и эффективность применения данных психологии труда».

Благодаря непосредственной заботе партии психология труда в нашей стране пережила второе рождение. Вновь появились лаборатории и группы, разрабатывающие основные вопросы этой науки. Среди них можно назвать кафедры Московского и Ленинградского университетов, лабораторию психологии труда в Институте психологии Академии педагогических наук РСФСР.

Многие исследования психологи проводят в содружестве с такими крупными техническими учреждениями, как Институт автоматки и телемеханики и Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации. Большая заслуга в установлении такой связи принадлежит профессору Д. А. Ошанину, руководителю лаборатории психологии труда и председателю секции психологии Совета по кибернетике Академии наук СССР.

Замечая, что «автоматизация управления сложными процессами и системами не высвобождает человека полностью, а ставит его в новые условия», академик А. И. Берг подчеркивает, что теперь человек оказывается одним из звеньев цепи: машина — управляющий автомат — человек. Эта роль человека в автоматизированном производстве выдвигает перед наукой новые проблемы. В сложной системе автоматических устройств, включающей в себя многие машины, поточные линии, цехи и заводы, всегда имеется определенная вероятность выхода из строя одного из звеньев, поскольку не существует безотказно работающих механизмов и машин. И задача человека заключается в том, чтобы как можно быстрее включиться в работу системы и осуществить необходимые процессы управления. Хотя бы временный отказ любаго звена требует немедленного вмешательства и выполнения ряда операций управления и часто в такой короткий срок, который превосходит физиологические и психологические возможности человека.

Таким образом, проблема трудовой психической деятельности в системе машина — автомат — человек это прежде всего проблема надежности человека как одного из звеньев системы. И решение этой проблемы будет способствовать решению проблемы надежности всей системы.

А. И. Берг критикует тех конструкторов и технологов, которые создают автоматизированные устройства без учета психофизиологических возможностей человека. «Бывают случаи, — пишет он, — когда проектирующие организации, конструкторы и технологи забывают о человеке, считая без вся-

ких к тому оснований, что в век автоматизации роль человека становится вспомогательной и его работа «автоматически» облегчается. В системе машина — автомат — человек каждое звено в отдельности и вся система в целом должны работать в оптимальных условиях, и в особенности это относится к физической и психофизиологической нагрузке человека».

Создавая любую автоматизированную систему, важно оптимально распределить функции между человеком и автоматом. Проблема эта должна быть осознана инженером уже при проектировании системы. Оттого, как будут распределены функции между человеком и автоматом, насколько будут учтены их сильные и слабые стороны, зависит результативность работы системы и ее надежность.

Представляет известный интерес составленная крупным американским психологом А. Чапанисом таблица, включающая в себя краткий перечень некоторых преимуществ и недостатков человека и машины. Несмотря на известный схематизм и неполноту, этот перечень оказывается полезным при проектировании системы.

Вот что находит психолог у человека. Человек:

а) способен решать альтернативы малой вероятности, т. е. отвечать на неожиданные события;

б) способен использовать временные и пространственные восприятия и, таким образом, организовывать незначительные отрывки информации в значительное и взаимосвязанное целое;

в) знает различные способы выполнения действий — может выполнять те же и подобные действия и достигать тех же результатов другими средствами, если откажут или нарушатся основные;

г) обладает ограниченной пропускной способностью, т. е. максимальное количество информации, обрабатываемое им за единицу времени, невелико;

д) из-за утомляемости и рассеивания внимания снижает свою работоспособность сравнительно быстро;

е) выполняет вычислительные операции относительно медленно и неточно.

В то же время машина:

а) отличается большой сложностью программирования, так как трудно предвидеть все возможные случаи, а значит и составить программу, их предусматривающую;

б) характеризуется нулевой или очень ограниченной способностью осознать; структура машины должна быть тщательно запрограммирована, что сложно из-за множества разных способов компоновки из различных элементов;

в) к альтернативному выполнению почти не способна; может выйти из строя при частичной поломке или нарушении; не способна возобновить работу или исправить ошибку;

- г) позволяет добиться любой пропускной способности;
- д) снижает работоспособность очень не скоро;
- е) вычисляет очень точно и очень быстро.

Значение этого перечня возрастает в связи с развитием новой дисциплины — системотехники, занимающейся проектированием систем большого масштаба, типа энергетических или транспортных. Именно при создании таких систем особенно важно оптимальное распределение функций между человеком и автоматическими устройствами. Конкретный анализ каждого звена такой системы может показать, должно ли оно быть передано автомату или разумнее оставить его человеку.

Проблемы психологии труда показывают, что, как и большинство наиболее современных наук, она находится на стыке многих отраслей знания. Помимо техники, психология труда граничит с гигиеной и физиологией труда (при разработке проблемы утомления и режимных вопросов), с техникой безопасности, педагогикой, экономикой производства.

ТЕХНИКУ — К ЧЕЛОВЕКУ

Цвет, сигнализация, органы управления

Характерное для современного технического прогресса непрерывное внедрение новых автоматических и телемеханических устройств ставит перед психологией труда задачу приспособления средств подачи информации в этих устройствах к психофизиологическим особенностям человека. Эту задачу, как уже говорилось, решает инженерная психология, занимающаяся разработкой оптимальных вариантов сигнализации, цветового оформления, приборных панелей и шкал, щитов управления, рукояток и других органов управления.

На крупных автоматизированных производствах устанавливают центральные щиты управления. Это многокомпонентные информационные панели; на щитах присутствует разного рода аварийная и технологическая сигнализация, приборные панели и шкалы, мнемосхемы. В оформлении центральных щитов управления и помещений операторских пунктов широко представлен такой важный компонент, как цвет, который используется для изображения технологических символов, сигналов и оформления помещений.

Наиболее разработанным можно считать вопрос о влиянии цвета на физиологические и психологические функции человека. Чтобы увеличить надежность работы оператора и предупредить его утомление, необходимо знать и учитывать основные закономерности действия различных цветов на зрительный аппарат и центральную нервную систему человека.

Известный специалист профессор Е. Б. Рабкин из основной группы цветов выделяет зеленый, желтый и белый. Эти цвета оказывают наиболее стимулирующее действие на функциональную способность зрительного анализатора, уменьшая зрительное и цветовое утомление и повышая уровень устойчивости цветового и нецветового зрения.

Было установлено, что объекты, окрашенные в различные цвета, по-разному воспринимаются на том или ином цветовом фоне. Черные объекты, например, лучше всего воспринимаются на белом и желтом фоне, зеленые, красные и синие — на белом или светло-сером, белые — на синем.

Так как все современные производственные весьма сложны и составляющим их компонентам и системам соответствуют изображенные на мнемосхеме центрального щита гостированные цвета, то в качестве единого фона обычно выбирают такой цвет, который либо контрастирует с большинством цветов, используемых для обозначения технологических линий, либо безразличен к ним. Такими цветами будут белый или серый различной интенсивности.

В технической литературе и документации, по которой готовят элементы пультов управления, нередко встречаются упоминания цветов: красный, синий, светло-зеленый, изумрудно-зеленый и т. д. Образцы же приложены не всегда, а оттенков одного цвета много. Не так давно инженеры получили созданный Е. Б. Рабкиным «Атлас цветов», с помощью которого используемые в производстве цвета можно стандартизировать. Атлас состоит из цветных таблиц, включающих различные поля, которые характеризуются определенным цветовым тоном, светлотой и насыщенностью. Для стандартизации цвета достаточно указать то или иное поле соответствующей таблицы атласа.

При выборе цвета стен и потолка операторских пунктов отправным соображением является освещение. Чтобы улучшить условия зрительного восприятия, цвет, выбираемый для потолка, должен иметь большой коэффициент отражения, а поверхность нужно сделать матовой, иначе будут блики. Удовлетворительные результаты дают белый и кремовый цвета, цвет слоновой кости и тускло-желтый, для которых коэффициент отражения составляет 80—90%. Верхнюю часть стен окрашивают в светлые цвета — бледно-зеленый, тускло-желтый, серый, голубой. Это нужно и для отражения света и для того, чтобы не было слишком резкого контраста с потолком или оконными проемами. Нижняя часть стен, панель, делается чуть темнее — светло-зеленой, например. Для пола подбирают цвет, имеющий коэффициент отражения приблизительно 15—30%. Мебель приближается по окраске к панели (коэффициент отражения 30—50%).

На центральном щите управления обычно используют све-

товую сигнализацию, дополняемую звуковой. Информация, которую несет сигнализация, является обычно контрольной, альтернативной («да—нет», «открыто—закрыто» и т. д.).

Психологически оправдано применение для световых сигнализаторов красных и зеленых лампочек. Что касается других характеристик сигнализаторов (величина, яркость, частота мельканий), то на этот счет единого мнения нет, и для каждого конкретного случая выбирают свой вариант.

Поскольку сигнализаторов много и их необходимо увидеть все мгновенно, обычно их размеры уменьшают. Для многих установок рекомендуют сигнализатор типа «пшеничное зерно». Название недвусмысленно указывает на размеры.

Несколько слов о форме сигналов. В условиях низкой освещенности или при восприятии периферией глаза треугольники и прямоугольники различаются лучше, чем круги и многоугольники.

Долгое время оптимальной частотой мелькания считали три мелькания в секунду. Однако после ряда исследований было предложено использовать частоту в восемь или девять мельканий. Особый психологический интерес представляет восприятие сигналов в зависимости от их частоты. Доказано, что лучше всего сигналы воспринимаются при отсутствии пустых промежутков, а оптимальное восприятие сигналов (до 95%) обнаружено при частоте 40 сигналов в час.

Большинство психологов справедливо указывают на перегрузку зрительного анализатора и недостаточное использование слухового. А ведь слух имеет некоторые преимущества. Если человеку приходится одновременно выполнять несколько работ или внимание его рассеяно, способность к слуховому восприятию информации оказывается у него выше, чем к зрительному. Время реакции на слуховое раздражение, т. е. минимальный интервал от момента подачи сигнала до ответного действия, обычно меньше, чем на зрительное. Звуковой сигнал может располагаться в любом месте.

Психологические исследования в области авиационной психологии показали, что самолетом можно управлять с помощью одних звуковых сигналов (по К. К. Платонову).

Кроме самостоятельного сигнального значения, звук может использоваться в сочетании со световым сигналом или при чтении прибора. Интересны в этом отношении исследования американских психологов Мада и Мак-Кормика, которые показали, что звуковой сигнал может ускорить восприятие показаний прибора. В эксперименте испытуемый без каких-либо дополнительных световых сигналов отыскивал одну из 32 шкал, находящихся в его поле зрения. В зависимости от наличия шкалы (отклонение которой нужно было обнаружить) в правой или левой половине поля зрения — звук подавался в правое или левое ухо; звуки дифференцировались:

если шкала находилась в верхней половине поля зрения, человек слышал высокие звуки, если в нижней — низкие.

Время прочтения шкалы для трех серий опытов соответственно составило 18,15 сек., 10,39 сек. и 6,21 сек. — ориентирующий звуковой сигнал снизил время реакции.

Кроме того, в опытах было показано следующее. Обычно человек читает панель, как книгу, слева направо и сверху вниз. Поэтому быстрее всего считываются показания приборов в левом верхнем углу, а медленнее всего — в правом нижнем. Применение звуков совершенно снимает эту тенденцию. Тому, кто проектирует информационную панель, есть смысл использовать звуковую сигнализацию, которая дает возможность разгрузить зрительный анализатор оператора.

На пультах управления размещают различные рукоятки, рычаги, переключатели, с помощью которых оператор управляет производственными процессами, а иногда ликвидирует неожиданную аварийную ситуацию. Ясно, что успех его работы будет во многом зависеть от расположения этих рукояток и рычагов.

Закономерности тут в основном относятся к области физиологии, но ими занимается и психолог, поскольку они существенно влияют на скорость и точность двигательной реакции. На основании исследований установлены следующие особенности, характеризующие способность человека приводить в движение части машины.

Выяснилось, что рука может двигаться быстрее по горизонтали, чем по вертикали. Правой рукой удобнее совершать вращательные движения против часовой стрелки, левой рукой — по часовой стрелке. Непрерывные криволинейные движения могут совершаться с большей скоростью, чем движения с резкими изменениями направления. Движение со свободным размахом выполняется с большей скоростью, с меньшей затратой энергии и более высокой точностью, чем ограниченное движение. И, наконец, если руки двигаются одновременно, то лучше всего им двигаться в противоположных и симметричных направлениях.

Большое значение имеет взаимное расположение средств индикации и управления. Каждое средство управления должно быть как можно ближе расположено к связанному с ним индикатору и находиться с ним в одной плоскости. Для приборной панели наиболее удачной оказывается вертикальная плоскость, а для пульта управления — наклонная. Оптимальная зона действия на пульте ограничивается для человека 70 см.

Человек обычно ассоциирует направление движения органа управления с направлением отклонения стрелки соответствующего контрольного прибора. Когда это возможно, средства управления перемещают параллельно оси движе-

ния, на которое они воздействуют. Движение по часовой стрелке, вперед или вверх сопровождается увеличением показаний прибора.

Человеку должно быть удобно пользоваться органом управления. Конструкторы стараются, чтобы оператор распознавал их не только зрением, но и осязанием, и придают им различную форму. Диаметр, допустим, переключателя не превышает 50 мм, а расстояние между ним и соседним переключателем — 150 мм. Многоступенчатые переключения оператор производит рычажными переключателями. При монтаже группы переключателей их ориентируют так, чтобы положение ручек «включено» для всех было одинаковым.

Оптимальный угол поворота двухпозиционных переключателей равен 90° , трехпозиционных— 45° между средним и каждым из крайних положений. Переключатели на три положения устанавливают на горизонтальных панелях.

В психологии труда сформулированы следующие принципиальные требования к органам управления: смысловая их группировка важнее группировки по частоте пользования; они не должны включаться или выключаться произвольно при выполнении других движений; они должны быть доступны; легкость манипулирования ими прямо связана с их значимостью. Наиболее ответственные, скажем, аварийные, органы управления выделяются и формой и окраской.

Прямое отношение к конструированию пультов управления имеет разрабатываемый в инженерной психологии вопрос о соотношении зоны восприятия (т. е. информационной части рабочего поля оператора) и зоны действия. Психологи считают, что лучше всего зоны совмещать. С этой точки зрения наиболее перспективными панелями оказываются пульт-табло и мнемонические схемы, на которых расположены рукоятки и рычаги управления. Подобные устройства и сокращают время рабочего действия оператора (сокращается маршрут взора с индикатора на орган управления), и страхуют его от многих ошибок, вызванных использованием не того органа управления, какой был необходим.

Приборы и приборные панели

Как уже говорилось, диспетчерские щиты управления представляют собой многокомпонентные панели информации. Многочисленные состояния управляемого объекта и их изменения находят свое выражение на этих панелях в различных средствах подачи информации. Одним из таких информационных компонентов являются приборы.

С самого начала инженерная психология стала изучать оформление отсчетных частей приборов, обобщение различ-

ных приборов в один комбинированный, замену шкал и приборов на сигнализаторы, выяснять взаимозаменяемость приборов и их групп.

Причина внимания, уделяемого психологами оценкам шкал контрольных приборов, кроется в их психологическом своеобразии: показания приборов не просто воспринимаются, а читаются, и это чтение позволяет получать информацию о явлениях, недоступных непосредственному восприятию.

История авиационного приборостроения дает здесь психологам пищу для обобщений. До середины 30-х годов развитие приборного оборудования в авиации шло по пути постепенного увеличения количества приборов на приборных досках. Каждый прибор выполнял определенную задачу, обеспечивая летчика дополнительной частной информацией о том или ином параметре полета. Имелось в виду, что летчик способен воспринять все множество показаний приборов, проанализировать и обобщить их, принять решение и соответствующим образом воздействовать на органы управления.

Число приборов росло, и становилось все очевиднее, что количество различных видов информации, которую человеческий мозг способен воспринимать и перерабатывать, уже приближается к пределу. Значительное усложнение самолета, серьезное изменение различных летных характеристик, усложнение задач, выполняемых летчиком, и резкое сокращение времени, которым летчик располагает, — все это заставило задуматься о коренном изменении информации, получаемой летчиком от приборов.

Как уже говорилось вначале, имелось в виду провести стандартизацию размещения приборов на приборной доске, а также оборудования и органов управления в кабине самолета. Кроме того, потребовалось усовершенствовать существующие приборы, попытаться комбинировать в одном показывающем приборе показания нескольких параметров и выбрать способ индикации, который облегчал бы летчику ориентировку, разработать принципиально новые приборы, упрощающие управление самолетом, уменьшить общее число приборов на доске. В отличие от обычных пилотажно-навигационных приборов, показывающих мгновенное значение измеряемого параметра, появились так называемые нуль-приборы, т. е. приборы командного типа. Они сигнализируют летчику отклонением стрелки от среднего (нулевого) положения на шкале индикатора и указывают, насколько следует перемещать органы управления, чтобы вывести и удержать самолет на заданной траектории.

В задачу входила разработка комплексных систем автоматического управления самолетом, обеспечивающих связь с управлением двигателей и других агрегатов, с командными и индикаторными приборами.

Эти способы рационализации управления по приборам в самых общих чертах можно перенести и на управление производственными процессами. Особенное значение эти способы приобретают для тех производственных объектов, на которых оператор работает в условиях избыточной информации.

По выполняемым функциям все приборы делят на группы. Одни служат для количественного контроля параметра (на таких приборах можно точно отсчитать численное значение измеряемого параметра), другие — для качественного контроля (по показаниям прибора можно судить о качественной стороне изменения процесса, а по отклонению от нуля или от заданной величины — о направлении в изменении процесса).

Существуют приборы с неподвижной шкалой и подвижным указателем, с неподвижным указателем и подвижной шкалой, шкалы типа счетчика (устройства прямого отсчета).

Было установлено, что если шкала должна показывать только численные величины, то предпочтительнее подвижные шкалы с неподвижными указателями. Эксперименты показали, что шкала типа счетчика оказалась наилучшей как в отношении точности, так и в отношении скорости работы. В этой системе показаний значение измеряемого параметра отсчитывают непосредственно в цифровом значении без необходимости учитывать количество оборотов стрелки, кратность шкалы и т. д. Правда, шкала типа счетчика не дает возможности оценивать промежуточные между цифрами показатели и скорость их изменения.

Много проблем вызывается построением приборных панелей. Решают их, исходя из общих положений: размещение большого количества приборов должно быть обусловлено необходимостью; более важные приборы занимают центральное место (достаточно точное чтение прибора возможно при восприятии периферическим зрением даже под углом 25°).

Приборы, дающие информацию о редких, но важных явлениях, нужно, конечно, снабжать эффективным сигнализатором. Лампочки аварийной сигнализации располагаются как можно ближе к средней линии зрения оператора.

Размер шкалы прямо связан со значимостью прибора. Наиболее важные приборы имеют в диаметре 120—130 мм, менее важные — 70—80 мм, остальные — 50 мм. Однако обнаружилось, что точность отсчета приборов с увеличением диаметра сначала возрастает, а затем падает. Приборы диаметром 60 мм читаются лучше, чем 80 мм. Вообще же в пределах разрешающей способности глаза уменьшение и более компактное расположение приборов разумнее: движения глаз сокращаются и, главное, оператор в состоянии обобщить воспринимаемые объекты в целостный образ.

В США исследовали влияние расположения стрелок приборов, контролирующих работу двигателей, на скорость и

точность снятия показаний. Приборы располагались в рядах по вертикали по количеству двигателей, а по горизонтали — по измеряемым параметрам. Стрелки приборов устанавливались в одну линию, в положение, идентичное положению часовой стрелки в 3,9 или 12 часов для какого-то заданного режима, например, взлетного или номинального. Психологи ставили себе целью найти наилучшее расположение приборов и стрелок, при котором пилот быстро и точно определил бы отклонение стрелки от заданного положения.

Из экспериментов были сделаны следующие выводы.

Для скорости и точности чтения показаний лучше всего подходит групповая прямоугольная компоновка малогабаритных приборов. Применение приборов или ряда приборов, обеспечивающих поворот их корпуса для однотипной установки стрелок приборов в линию, при любых условиях полета, дает значительное преимущество в повышении скорости и точности снятия показаний.

Определение величины и направления отклонения стрелок будет более быстрым и точным для приборной доски с положением стрелок, соответствующим 9 и 12 часам, причем «9-часовое» положение стрелок имеет некоторое преимущество перед «12-часовым». При групповом расположении приборов с «9-часовым» положением стрелок приборов среднее время отсчета составляет 0,66 сек., а количество ошибок при этом не превышает 3%. В то же время при таком же расположении приборов и различных положениях стрелок (не по одной линии) среднее время отсчета уже составляет 1,64 сек., а количество ошибок возрастает до 16,7%.

Групповое размещение приборов на приборной доске с «9-часовым» положением стрелок освобождает летчика от необходимости непрерывного чтения цифровых значений. Достаточно одной из стрелок слегка отклониться от горизонтального положения, как это сразу будет замечено летчиком.

Развитие техники, применение средств автоматизации управления вызвало к жизни новые приборы, разработка которых играет большую роль в развитии инженерной психологии. Особенность этих новых устройств подачи информации в том, что они сочетают в себе функции приборов-указателей с функцией командного нуля-прибора, не показывающего человеку мгновенное значение того или иного параметра, а дающего «командное» указание, как и насколько перемещать органы управления для вывода самолета на заданный режим.

Применение командных нуля-приборов намного упрощает работу летчика на всех режимах полета. Ноль-приборы для полувлаutomатического управления полетом не только упрощают работу летчика (поскольку он пользуется лишь их показаниями), но и позволяют уменьшить общее число приборов на доске. Приборы такого рода называют «ускоренными»

индикаторами. Назначение идеального «ускоренного» индикатора — точно и в любое время показывать оператору, как ему следует манипулировать органами управления. Применять такие приборы рекомендуется в системах, где человеку приходится наблюдать за большим количеством приборов.

Наличие такого рода информационных устройств и большая эффективность их использования привели к мысли сочетать осведомительную и командную информацию на центральных щитах управления в условиях автоматизации. Эта проблема не только техническая, т. е. связанная с конструированием устройств, интегрирующих информацию и указывающих оператору, что он должен делать в той или иной ситуации, но и инженерно-психологическая.

Данные, полученные инженерной психологией в авиации, могут быть с успехом использованы (и уже используются) в любой области, где человек должен читать показания приборов, например, при оборудовании центральных щитов управления.

Центральные щиты управления

Однако оборудование центральных щитов управления не может быть сведено только к оптимальному, психологически правильному выполнению тех или иных его элементов. Центральный щит это единое целое; определенная структура, в которой все средства подачи информации объединены в соответствии со спецификой производственного объекта. Поэтому целесообразно рассмотреть, что представляет собой с психологической точки зрения центральный щит управления в целом, и наметить некоторые пути его рационализации как системы подачи информации.

Центральные щиты, или щиты диспетчерского управления, это особый класс информационных панелей, отличающийся от других разновидностей приборных досок-шкал измерительных приборов, авиационных пультов и т. д.

На табло этих панелей информации, кроме измерительной специальной аппаратуры, обычно располагают мнемосхему, изображающую в виде комплекса символов (полос, контуров и т. д.) элементы контролируемой или управляемой установки, станции, сооружения, предприятия. Мнемосхема отражает не только элементы оборудования, но и их взаимные связи и коммуникации, что и создает условную картину (схему) технологического процесса.

Мнемосхема является часто и психологическим орудием управления производственным процессом. Специфика такого рода средств представления информации была в психологии труда рассмотрена на примере пультов управления железно-

дорожной диспетчеризации. Основная их функция заключается в передаче информации о перемещении дискретных (расчлененных, отдельных) объектов в пространстве. Но эта особенность непринципиальна, и пульта железнодорожной диспетчеризации могут быть с полным основанием отнесены к группе центральных щитов управления.

Наиболее сложна и интересна на транспорте панель пульта управления маршрутно-релейной централизации, где дежурный по станции прокладывает маршруты приема, отправления поездов, маневровой работы.

На панель пульта схема станционных путей нанесена штриховыми линиями, состоящими из ячеек, которые группируются в определенные участки, или секции. Каждая из секций изображает соответствующий участок станционных путей. Ячейки — это вырезы в панели пульта, прикрытые матовым стеклом; там расположены две лампочки — красная и желтая. Рядом со штриховыми линиями на табло устроены кнопки, нажимая на них, дежурный прокладывает маршруты для различных видов движения.

Дежурный нажимает начальную и конечную кнопку маршрута, и все стрелки на станции, входящие в данный маршрут, устанавливаются в соответствующее положение. Секции на панели пульта, относящиеся к этому маршруту, загораются желтым светом, и маршрут приема поезда представляет собой желтую линию, проходящую через панель. Как только голова поезда заходит на секцию реальных станционных путей, соответствующая секция на панели загорается красным светом. Поезд прошел секцию — ее изображение на табло гаснет.

Таким образом, станционная работа представлена на панели пульта в виде определенной световой структуры, состоящей из желтых ячеек, свидетельствующих о готовности маршрута, и красных ячеек, показывающих, что участок занят. Вся остальная схема путей это темные штриховые линии: секции свободны и не входят в маршрут.

Наличие световой структуры могло бы дать основание рассматривать панель с точки зрения ощущения и восприятия. Но дежурный не просто воспринимает элементы панели. Он воспринимает не панель, а динамику и статику управляемого объекта, т. е. перемещение поездов по станционным путям. Речь идет о мыслительной деятельности, и панель становится совокупностью опорных точек мышления. В этом ключ к выяснению причин, помогающих или мешающих дежурному.

Уже такая, казалось бы, чисто зрительная задача, как окраска панели, была рассмотрена в связи с мышлением работника. Все поле восприятия дежурного можно разделить на две части, на схему станционных путей и остальную часть панели, составляющую фон схемы. При матовых штриховых

линиях распространенным цветом фона является черный. При таком соотношении цветов схема путей неотчетливо выступает на фоне, сливается с ним. Хорошо видны лишь те линии схемы, которые входят в проложенный маршрут (желтый цвет), а также линии, свидетельствующие о занятости путей (красный цвет). Как говорят психологи, вычленение остальных линий схемы представляет известную трудность: схема мало отличается от фона.

Дежурному же очень часто требуется видеть свободные, не входящие в маршрут станционные пути, именно те, которые на панели смотрятся неясно. Это случается тогда, например, когда несколько поездов сразу нарушают график, и дежурный должен привлечь к делу все свободные станционные пути. «Вычленить» линии из фона трудно, если у дежурного мало времени и он находится в напряжении. Несколько подобных ситуаций, и дежурный уже утомлен.

Поэтому психологи рекомендуют так окрашивать табло, чтобы усилить контраст между фоном и схемой путей, сделать, например, серебристо-серый фон и черные штрихи. Внутри черной линии — световые ячейки схемы путей.

При наблюдении за работой на пульте маршрутно-релейной централизации было обнаружено, что участки и секции, из которых состоит маршрут и которые показывают прохождение поезда, слишком велики, чтобы отразить станционную динамику с той степенью точности, какая нужна дежурному. Получается несоответствие между динамикой управляемого объекта и поступлением информации об этой динамике. Управляемый объект (в данном случае поезд) движется непрерывно, а информация о его перемещении поступает дискретно, расчлененно.

И здесь есть выход из положения — нужно уменьшить величину секций схемы путей. Чем меньше будут отдельные секции схемы, тем более точным окажется изображение станционной динамики на панели.

Разумеется, другие виды панелей потребуют другого подхода к исследованию и другого пути рационализации. Но на основании исследования железнодорожного щита можно установить общие психологические особенности диспетчерских панелей информации. Через наглядную схему диспетчер воспринимает в единстве динамику и статику управляемого объекта, причем процесс восприятия элементов панели осуществляется внутри процесса решения задач дистанционного управления производственным процессом. Поэтому чисто зрительный компонент подчинен интеллектуальной деятельности. Рационализация панелей этого класса должна состоять в организации такой подачи информации, которая обеспечила бы оператору наиболее полноценное понимание ситуации.

ЧЕЛОВЕКА — К ТЕХНИКЕ

Мы коснулись некоторых сторон приспособления техники к психологическим свойствам и возможностям человека. Инженерная психология исходит из того положения, что каковы бы ни были индивидуальные особенности того или иного работника, на каком бы уровне профессионального мастерства и в каком бы состоянии работоспособности он ни находился, ему будет легче работать на данной, усовершенствованной панели. Работающий человек в исследованиях по инженерной психологии рассматривается не дифференцированно, а как человек вообще, в среднем значении его профессиональных психологических качеств и свойств. Такой несколько отвлеченный подход не лишен смысла: он и позволяет разработать оптимальную конструкцию информационной панели.

Но в реальной трудовой деятельности не существует абстрактного человека. Процесс труда и его результаты зависят от многих психологических и психофизиологических факторов. Основной — степень подготовленности работника к данному виду труда. В качестве другого важнейшего фактора, определяющего трудовой процесс, выступают индивидуальные особенности человека — свойства его восприятия, внимания, мышления и т. д. Люди весьма отличаются друг от друга по своим способностям к той или иной работе. И, наконец, очень существенно состояние человека, его утомленность и т. п.

Интенсивной разработке подверглись вопросы тренировки качеств и свойств, необходимых для той или иной производственной деятельности. Большое количество исследований посвящено такой сложной проблеме, как профессиональный подбор. Современная психология и физиология труда располагают множеством данных и о работоспособности.

Разработка этих разделов психологии труда ведется обычно на основе психологического анализа профессии или группы профессий. В ходе анализа выясняется психологическая структура исследуемой трудовой деятельности и составляется ее характеристика (профессиограмма). Она включает в себя те требования, которые предъявляются в данном случае к психологическим и психофизиологическим свойствам человека. Основываясь на этих требованиях, можно установить, какие именно функции человека нуждаются в наибольшем развитии, какими свойствами он должен обладать для успешной работы, что важнее всего для его работоспособности.

Формирование навыков и свойств

Большую роль в психологии труда играет навык. Первое, что было открыто при экспериментальном исследовании навыка и что определило на многие годы методику эксперимен-

тов, была кривая упражнения, которая позволила сделать целый ряд важнейших психологических выводов. Кривая показывает, как в ходе обучения возрастает производительность труда и снижается количество ошибок при выполнении трудовых операций.

Усложнение профессий вызвало к жизни другую линию исследований — разработку методов формирования профессионально важных качеств и свойств.

Еще в двадцатых годах специальная комиссия Кливлендского железнодорожного общества установила, что 70% всех происшествий вызывается тем, что их виновники не обладают специальными психологическими качествами: они неправильно определяют скорость и расстояние, у них слабо распределено внимание и т. д. В связи с этим были организованы специальные занятия с группой виновников происшествий. После занятий уже через полгода число несчастных случаев снизилось почти наполовину.

Интересны следующие примеры целенаправленного развития профессионально-важных психологических функций. В 1932—1934 годах советские психологи В. В. Чебышева, Ю. И. Шпигель, Л. О. Селецкая решили разработать методы, с помощью которых у сталеваров можно было бы совершенствовать функции различения свойств стали. Было известно, что опытный сталевар при взгляде на разлом взятой из печи и охлажденной пробы металла быстро и точно определяет раскисленность и другие свойства стали.

Психологический анализ показал, что сталевар принимает в расчет величину зерен, плотность их посадки, форму, наличие волокон, бугорки, однородность или разнородность структуры, блеск, наличие раковин и т. д. Именно на эти признаки учащиеся должны были в ходе специальных упражнений обращать внимание. Благодаря непрерывному самоконтролю и сопоставлению собственных суждений с объективными данными учащиеся в короткий срок добивались замечательных успехов. Процентное содержание углерода они стали определять лучше опытных сталеваров.

Еще более ощутимый эффект был получен, когда этот же принцип был положен в основу тренировки функции цветоразличения. Для сталевара очень важно было уметь определять температуру мартеновской печи по накалу ее стенок и свода. Точное описание всех оттенков цвета, характеризующих температуру накала, вошло в специальные таблицы. Потом был создан прибор, который точнее таблиц воспроизводил все необходимые цвета. Тренируясь с ним, учащиеся очень быстро научились различать цвета, как опытные сталевары.

Большой интерес представляет работа Ю. В. Котеловой, Б. Б. Митлиной и А. А. Нейфаха по тренировке внимания и

наблюдательности у аппаратчиков механизированного химического производства.

Профессия аппаратчика требует непрерывного наблюдения и контроля за приборами. Эта работа связана с большим эмоциональным напряжением, вызванным серьезной ответственностью. Ошибки при этой работе часто приводят к тяжелым авариям, а вызываются ошибки, как показал анализ, чаще всего нарушением внимания и наблюдательности. Поэтому основной целью исследования было создание такой системы упражнений, которая в сочетании с принятой методикой профессионального обучения содействовала бы развитию внимания и наблюдательности.

Аварийные ситуации возникают сравнительно редко, поэтому аппаратчик иногда оказывается застигнутым ими врасплох и нелегко переключается с обычного хода деятельности на экстренные действия.

Невозможность предвидеть, с какой стороны может возникнуть опасность, и необходимость без малейшего промедления принять решение порождает иной раз растерянность. Специально сконструированный тренажер воспроизводил типичные аварийные ситуации и приучал молодых аппаратчиков к преодолению напряженности и срывов, наблюдающихся даже у опытных людей при столкновении с неожиданными ситуациями. Тренажер принес большую пользу.

В связи с широким внедрением средств дистанционного управления производственными процессами и с распространением диспетчерского труда большое значение приобретает проблема формирования оперативного мышления. В ходе управления производственным процессом довольно часто возникают задачи, требующие сообразительности, мгновенного решения и действия.

Типичный пример — работа организаторов движения поездов на железнодорожном транспорте, которым приходится решать большое количество весьма ответственных задач, связанных с нормализацией движения поездов на станции или диспетчерском участке.

Дежурный должен обладать сообразительностью, смекалкой, способностью быстро и наилучшим образом решать ответственные задачи, когда времени мало, а напряжение велико. Для этого недостаточно одних знаний и навыков, необходимо развитие оперативного мышления.

Наблюдения за стажировкой будущих дежурных по станции обнаружили серьезные недостатки. Командирам движения сообщались необходимые сведения об организации станционной работы, в ходе практики они приобретали определенные навыки, которые составляют важный компонент деятельности, но в их подготовке совершенно отсутствовало обучение оперативному мышлению.

Наблюдая на практике за деятельностью опытного дежурного по станции, молодые инженеры видели только внешнюю сторону этой деятельности — манипуляции с кнопками пульта управления, телефонные разговоры. Для них оставались скрытыми те процессы планирования, расчета, анализа ситуации, которые протекают в голове дежурного и являются основой его мастерства. Процессы протекают мгновенно, и работник, создавший оптимальный план решения задачи, часто сам не может отдать себе отчет в том, как у него возник план. Поэтому-то многие студенты и инженеры-двигатели, окончивавшие институт, долго не могли приступить к самостоятельной оперативной работе, хотя полностью владели техникой работы на пульте управления и хорошо знали все правила. Недостатки в формировании мышления приводили к весьма нежелательным в экономическом и производственном отношении результатам.

Эту проблему советские психологи решили уже давно. В Пермской лаборатории, например, были сконструированы специальные аппараты и установки для обучения диспетчеров и других работников — организаторов движения поездов. Установки воспроизводили сложные производственные ситуации. Обучаемый сам анализировал и выводил наилучшие для работы приемы и правила и закреплял их тренировкой.

Пермская лаборатория пропустила через свои тренировочные установки много сотен работников, заслужив всеобщее одобрение. Обучение по системе лаборатории было признано обязательным на дороге. О необходимости этой работы свидетельствует тот факт, что один Свердловский узел ежедневно терял на неверных маневрах до 20 тыс. рублей (в старых деньгах). Благодаря обучению в лаборатории эта сумма резко сократилась.

Работоспособность

По мере того как человек выполняет ту или иную работу, в его организме происходят явления, которые в определенный момент приводят к резкому снижению работоспособности. Человек чувствует утомление, усталость. Утомление — сложное явление, оно не прямо влияет на производительность труда, а проявляется во многих обстоятельствах. Например, трудовые операции, которые выполнялись легко, без всякого напряжения, «автоматически», через несколько часов работы требуют дополнительного усилия, некоторого напряжения, особого внимания. Производительность труда в этом случае может и не понизиться, но это напряжение уже симптом утомления.

Другой характерный признак утомления — появление мел-

ких, казалось бы, незначительных ошибок. В некоторых профессиях эти ошибки не играют особой роли и могут не нарушать хода производственного процесса, но есть и такая работа, где не бывает маленьких ошибок, где каждое неправильное действие может привести к самым серьезным последствиям. Тогда работники (например, водители), чувствуя приближение утомления, начинают сами «страховать» возникновение ошибочных действий тоже посредством дополнительного внимания и напряжения. Но на определенной стадии утомления человек уже не может нормально работать, его производительность снижается.

Проблема утомления — одна из самых важных в психологии труда. Меры борьбы с утомлением разрабатываются на основе тщательного исследования в различных профессиях. Перед наукой возникли большие трудности в отношении методов измерения утомления: процессы, вызывающие его, сложны, симптомы многочисленны.

Развитие электронной биометрической аппаратуры дало возможность создать очень чувствительные методы регистрации различных функций организма. Как оказалось, состояние некоторых физиологических функций дает представление о психическом состоянии человека, о его эмоциональном напряжении. Опыт авиационной и космической медицины показал, что эти методы могут использоваться для регистрации сдвигов в организме, происшедших под влиянием утомления.

Исследование утомления позволяет наметить различные меры к поддержанию работоспособности человека. Очевидно, что возникновение и развитие утомления зависит от уровня развития производственного навыка. Чем выше навык, тем меньше напряжения требуют трудовые операции.

Эту зависимость утомления от уровня развития навыка можно проиллюстрировать на примере водительских профессий. Когда молодой водитель автомобиля впервые едет даже на небольшой скорости, нетрудно по кистям рук, судорожно сжимающим руль, по напряженной позе заметить, как много усилий тратит он на управление машиной. Здесь утомление наступает быстро. С течением времени, по мере развития навыка, скорость 40—50 км/час перестает казаться водителю опасной и он ведет машину легко, без напряжения. Он может работать долго, не чувствуя утомления. Но напряжение вновь возникает при переходе на скорость больше 90—100 км/час и снова утомление наступает быстро. Такая реакция организма на возросшую скорость езды объясняется и тем, что водителю приходится в единицу времени перерабатывать больше информации, и тем, что у него еще отсутствует чувство времени и реакции в этих условиях, а следовательно, и уверенность в том, что он достаточно быстроотреагирует на неожиданную аварийную ситуацию.

Понимание зависимости степени напряжения от развития навыка подсказывает, что предварительная тренировка может оказаться простым и надежным средством борьбы с утомлением при переходе на повышенные скорости.

Врач-гигиенист Ю. С. Боровер и психолог Р. И. Ульченко (Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены МПС) изучили влияние езды при повышенных скоростях на организм железнодорожных машинистов новых видов тяги. Эмоциональное напряжение машиниста, вызванное переходом на повышенную скорость, выражается в напряженной позе, в необходимости дополнительного активного контроля за передвижением рычагов управления, которое ранее выполнялось автоматически. Машинист утомляется быстрее, чем раньше. С помощью специальной аппаратуры были также зарегистрированы сдвиги в некоторых физиологических функциях. Предварительная тренировка здесь нужна.

Внедрение новых средств автоматизации и телемеханики в управление производственными процессами, коренным образом меняя условия труда, приводит и к изменению понятия работоспособности. Человек не выполняет циклические трудовые операции, как, например, станочник. Значительный период рабочего времени протекает у него в состоянии кажущегося бездействия, в наблюдении за работой управляющей машины. Машина эта может выйти из строя, и в этот момент, наступление которого ему не известно, человек должен за максимально короткий срок обнаружить неисправность и нормализовать производственный процесс.

Следовательно, уровень работоспособности в этих новых условиях — это прежде всего уровень готовности человека к экстренному действию. Такую степень готовности к экстренному действию психологи называют достаточно определенно — бдительностью.

Обычно для раскрытия механизма того или иного психофизиологического состояния необходимо произвести лабораторный эксперимент, в ходе которого и могут быть раскрыты или уточнены эти закономерности. В 1960 году была совершена одна из попыток экспериментального исследования бдительности в специфических условиях монотонной работы.

При анализе полученных материалов было обнаружено, что в условиях монотонности готовность к экстренному действию, как правило, колеблется между 45% и 70%. Монотонность отрицательно сказывается на бдительности, причем ее уровень колеблется.

Как показали опыты, бывают провалы бдительности, резкие ее снижения, затем бдительность возвращается к своему среднему уровню. Но что если авария произойдет именно во время снижения? Ясно, что нужны эффективные меры к поч-

держанию человека в состоянии готовности. Вмешательство психологов в решение этой проблемы тем более необходимо, что варианты, предлагаемые производственниками, не выдерживают никакой критики.

Примером такого неудачного решения проблемы поддержания готовности могут служить «приборы бдительности», устанавливаемые в кабинах машиниста на некоторых железных дорогах. Ритмично, через небольшой отрезок времени, например, через полторы минуты, в кабине машиниста раздается неприятный свисток. Машинист его выключает. Если он не реагирует на сигнал в течение семи секунд, локомотив останавливается. Сигнал работает и днем и ночью.

Нецелесообразность такого устройства очевидна. Оно мешает машинисту работать и вовсе не поддерживает его бдительность. Сигнал действует ритмично и поэтому превращается в монотонный шумовой фон, который и понижает бдительность машиниста.

Нет, сигнал должен подаваться только тогда, когда он действительно нужен, т. е. в момент снижения бдительности. Но можно ли это обнаружить? Можно. В авиации уже существуют приборы, регистрирующие биоэлектрические колебания мозга, характерные для развития сонного торможения. Эти импульсы и являются сигналами для соответствующих автоматических устройств.

А машинистам можно предложить более простые методы страховки бдительности, которые соответствуют физиологии и психологии человека.

Еще актуальнее становится проблема поддержания бдительности операторов в системе человек—машина при наличии сложных автоматических устройств. Тут необходим такой способ подачи информации через центральные щиты управления, который бы способствовал более высокой активности оператора и давал ему возможность проследить динамику основных управляемых процессов, видеть нарастающие тенденции, обдумывать их и готовиться к ответным действиям.

Есть все основания думать, что такого рода способы подачи информации, разработанные в ходе экспериментально-психологических исследований, устранят то состояние пассивности и бездействия, которое является причиной снижения бдительности.

Профессиональный подбор

Люди отличаются друг от друга по способности воспринимать, запоминать, мыслить. Одни вызывают удивление своей наблюдательностью, другие рассеянностью. Одни лучше запоминают на слух, другим обязательно надо прочесть или увидеть. Одних отличают необыкновенно быстрые действия,

другие реагируют медленнее, но точнее. Большая разница существует и в темпераменте, в проявлениях чувств и воли.

Эти индивидуальные различия в отношении психических процессов и психических особенностей сказываются на трудовой деятельности: один человек выполняет ту или иную работу успешно, другой — нет. Однако человек, плохо справляющийся с одной работой, может проявить хорошие способности к другой.

Довольно часто недостатки удается компенсировать посредством специального обучения. Но есть профессии, где никакое, даже самое правильное обучение не сможет обеспечить необходимой надежности работника, если он не обладает нужными психофизиологическими качествами. Это та работа, которая связана со значительным риском, с большим эмоционально-волевым напряжением и ответственностью за жизнь людей или значительные материальные ценности. Именно в отношении этих профессий и возникает проблема профессионального подбора — одна из самых сложных проблем в психологии труда.

Сложность и острота этой проблемы состоят в том, что здесь решается судьба людей применительно к самому важному в их жизни — к труду. Можно ошибиться и забраковать человека без основания.

И все же несмотря на сложность и остроту, несмотря на отдельные случаи ее неправильного решения, проблема профессионального подбора важна и своевременна. Научное ее разрешение приносит большую пользу обществу. Ведь речь идет не о том, что тот или иной человек не способен трудиться, а о том, чтобы найти человеку работу, наилучшим образом соответствующую его индивидуальным особенностям.

Психология труда находит ценный научный материал в учении И. П. Павлова о типологических свойствах высшей нервной деятельности. Характеристика индивидуальных особенностей силы, подвижности, уравновешенности нервных процессов возбуждения и торможения может во многом способствовать решению проблемы профессионального подбора. Опыты показали, что методы, выявляющие типологические особенности, позволяют до некоторой степени предвидеть поведение человека в сложных условиях трудовой деятельности. Преимущество таких методов состоит в том, что они существенно сокращают время, за которое сам человек и его окружающие осознают свою пригодность к профессии.

Одно время в нашей психологии недооценивалось значение индивидуальных особенностей в труде и принижалась роль профессионального подбора. Теперь же все более и более признается целесообразность психологических методов подбора особенно в тех профессиях, которые связаны с большим эмоциональным напряжением и ответственностью.

Профессор Д. А. Ошанин пишет, что именно индивидуальные особенности (так называемый субъективный фактор) лежат в основе большинства несчастных случаев. В авиации, например, процент аварий, вызываемых этим фактором, равняется по некоторым данным 40—60%, причем доля задатков, т. е. особенностей, присущих человеку от рождения, составляет в этом количестве аварий 70—80%, в то время как доля особенностей, связанных с опытом летчика, т. е. с обучением, не превышает 8—14%.

Эти цифры показывают, какого количества катастроф могло бы не быть при правильно организованном психологическом профессиональном подборе. Разумеется, применение научных методов сможет снизить аварийность и существенно повысить результативность труда. А отсеявшиеся в ходе подбора всегда могут найти себе работу, соответствующую их индивидуальным особенностям, и добиться в ней лучших результатов.

С началом космической эры, с появлением новой профессии космонавта открылась новая страница психологического профессионального подбора. Космический полет предъявляет высокие требования к организму человека, но не меньшие требования предъявляются и к его психике. 16 августа 1962 года после группового полета А. Г. Николаева и П. Р. Поповича «Известия» писали: «Наматывая десятки витков на планетный шар, космонавт сутками живет на крохотном острове наедине с автоматами. И если дрогнет воля в нелегком звездном пути, ему не помогут ни стальные мускулы, ни умение переносить перегрузки, пробегать без отдыха десятки километров. Несгибаемое мужество, сила духа, целеустремленность — вот чем обязательно должен обладать космонавт».

В этой статье, которая называется «Испытание воли», содержится описание некоторых методов, применяемых для психологического подбора. Исследования психологических особенностей космонавта ведутся в сурдокамере, где созданы условия для полной изоляции человека на длительное время. Будущий космонавт может лишь передавать сведения о себе, о температуре, влажности и других показателях воздуха камеры.

При помощи лампочек он сигнализирует, что проснулся, что чувствует себя нормально и т. д. Но ответов он не получает и даже не знает, приняли ли его сигналы. Сложность требований, предъявляемых человеку в такой камере, состоит в том, что абсолютное отсутствие общения с людьми противоречит самой сущности человека и поэтому является тяжелым испытанием для его нервной системы. Испытание усугубляется абсолютной тишиной, которая царит в сурдокамере. Известно, что для нормального функционирования мозга необходим, пусть незначительный, шумовой фон, который под-

держивает его тонус. Полное отсутствие звуков отрицательно сказывается на работе высших отделов нервной системы испытуемого.

Но особенно интересными, с точки зрения психологического профессионального подбора, являются те задачи, которые ставятся перед будущим космонавтом во время его психологического обследования. Например, ему дается задача на чтение цифровых таблиц. Приборы точно регистрируют время выполнения отдельных этапов задания. На магнитофоне записываются голосовые реакции испытуемого, которые могут рассказать о его эмоциональном состоянии в процессе выполнения заданий. Одновременно ведется запись биоотоков мозга. Потом все это сопоставляют, анализируют.

Примером другой психологической методики может служить ситуация, когда испытуемый отыскивает беспорядочно расположенные светящиеся цифры, поочередно называет их, причем красные — в порядке возрастания, а черные — убывания. Во время выполнения этой довольно сложной задачи ему специально начинают мешать: вмешивается длинная серия разнообразных звуков. Здесь, чтобы не сбиться со счета, необходимо определенное волевое напряжение. Экспериментаторы еще более усложняют задание: из репродуктора начинают раздаваться слова, относящиеся непосредственно к выполнению задания. Например, вслух решается сходная задача, и испытуемый слышит навязчивое произнесение чисел, похожих на те, которыми оперирует он сам.

В один из дней летчику приходится решать задачу устранения аварийной ситуации. Он не знает, что такая ситуация специально придумана для испытания его нервно-эмоциональной устойчивости. Для него она выглядит как реально существующая. По его поведению особенно отчетливо проявляются индивидуальные особенности нервно-эмоциональной сферы человека.

Трудно переоценить значение этого интереснейшего исследования для психологии труда. На основе психологических методов удалось предсказать поведение человека в весьма ответственной для него ситуации, которая требовала от него полного напряжения духовных сил.

Этот успех космической психологии еще и еще раз ставит перед психологией труда задачу по разработке новых методик, которые могли бы быть надежным основанием для предсказания поведения человека в сложных трудовых ситуациях.

ВТОРЖЕНИЕ В «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК»

В предыдущих главах взаимоотношение психологии и техники рассматривалось лишь как взаимоотношение технических устройств и работающего с ними человека. Речь шла о

приспособлении технических устройств к человеку и человека к техническим устройствам. Здесь нетрудно увидеть, что психологическое исследование при всей его важности и нужности выполняло лишь вспомогательную роль: оно не касалось существа технического решения того или иного управляющего устройства.

В наше время далекие друг от друга отрасли знания находят точки соприкосновения, и на их стыках возникают науки, которые переживают наиболее интенсивное развитие. К числу таких наук относится кибернетика. Одна из основных проблем кибернетики — моделирование высших интеллектуальных функций. Здесь техника соприкоснулась с одним из наиболее сложных разделов психологической науки — психологией мышления.

Необходимость изучения закономерностей мыслительной деятельности человека для ее моделирования отчетливо осознается в настоящее время многими представителями кибернетической науки, и разработка закономерностей человеческого мышления, которое является объектом психологии, становится чрезвычайно актуальной.

На первый взгляд может показаться, что задача замены человека автоматом не связана с необходимостью раскрытия механизмов человеческого мышления. В ряде случаев, например, в некоторых видах операторского труда, чтобы автоматизировать умственную деятельность человека, управляющего производством, достаточно знать, как должны протекать регулируемые процессы.

Однако уже в эту относительно простую деятельность человека вплетены такие процессы, которые существенно отличают его труд от работы машины. Так, человек может работать в условиях неполной информации, т. е. он способен на основании отдельных моментов воссоздать всю картину на управляемом объекте, оценивать обстановку и принимать правильные решения. Человеку не нужно перебирать все элементы ситуации для того, чтобы подвергнуть анализу наиболее существенные: он способен сразу увидеть их и отвлечься от несущественных элементов, не имеющих прямого отношения к решаемой задаче. Кроме того, как было уже указано, каждый работающий человек отличается от других уровнем развития своих психологических функций. А для машины, призванной заменить человека, далеко не безразлично, какой уровень развития профессионально важных функций она воспроизводит. Необходимое же психологическое мастерство может быть раскрыто только в ходе исследования.

Все это показывает, что даже при автоматизации относительно простых профессий психологическое исследование может оказать существенную помощь кибернетике. Еще боль-

шее значение психология приобретает при исследовании сложных трудовых процессов.

Есть много видов трудовой деятельности, основным компонентом которых являются процессы мышления и которые пока не поддаются алгоритмическому описанию. И здесь необходимым этапом формализации и последующей автоматизации трудовой деятельности должно быть психологическое исследование вплетенных в нее интеллектуальных процессов. Психологический анализ призван вскрыть структуру мыслительных процессов, расчленив их на составные части и сделать их тем самым доступными формализации. Основным объектом психологии мышления в этом отношении должны быть процессы решения задач человеком.

В психологии установлено, что творческое мышление, т. е. мышление, раскрывающее нечто принципиально новое для человека, возникает в проблемной ситуации, для которой характерно противоречие между условиями и требованиями задачи и отсутствием способа действия. Одним из самых ярких, классических описаний творческого действия, в частности открытия, является рассказ известного французского математика Пуанкаре о том, как он написал свою первую работу о фуксовых функциях.

В продолжение двух недель Пуанкаре пытался доказать, что не существует никаких других функций, аналогичных тем, которые он впоследствии назвал фуксовыми. Каждый день он садился к столу. Он перебирал огромное количество комбинаций и не приходил ни к какому результату.

«Однажды вечером, — рассказывает Пуанкаре, — я выпил черного кофе, вопреки обыкновению, и не мог заснуть, идеи толпой возникали в мозгу; я ощущал как бы их столкновение до тех пор, пока две из них не сцепились, так сказать, между собой, чтобы образовать стойкую комбинацию». Утром часть проблемы была решена.

Затем Пуанкаре понадобилось решить еще один вопрос. «После этого я оставил Канн... по приезде в Катунс мы сели в omnibus для какой-то прогулки; в тот момент, когда я поставил ногу на подножку, у меня возникла идея, к которой, казалось, я не был подготовлен ни одной из предшествовавших мыслей... Я не сделал проверки; у меня не хватило бы на это времени, так как в omnibusе я возобновил начатый разговор, но у меня уже тогда явилась полная уверенность в правильности идеи. Но по возвращении в Канн я со свежей головой проверил вывод только для очистки совести». После этого математика постигла неудача. «Однажды, когда я гулял по скалистому берегу, у меня явилась, как всегда, внезапная и отрывочная идея, справедливость которой была для меня непосредственно ясна... После решения и этой задачи возникла идея объединить в одно целое все, что было сделано.

Началась напряженная работа, в результате которой выяснилось, что решение всей проблемы связано с решением еще одной задачи, которая, однако, опять-таки не давалась».

Попытки ее разрешения привели, по выражению Пуанкаре, лишь к осознанию того, насколько она сложна. Предоставим ему слово для описания заключительного этапа открытия: «Затем я уехал в Моң-Валериан... У меня было и тогда много различных забот. Как-то раз, когда я проходил через бульвар, передо мною вдруг предстало разрешение затруднения, которое раньше остановило меня. Я не старался немедленно разобраться в этом... У меня были все элементы, мне оставалось только собрать и привести их в порядок. Таким образом я окончательно редактировал свой мемуар без всякого труда».

Приведенный здесь с некоторыми сокращениями рассказ крупного математика об открытии представляет собой как бы психологический протокол, в котором четко зафиксированы все звенья творческого интеллектуального процесса. Можно было бы еще привести значительное количество сообщений о том, как происходят открытия, но они будут в общих чертах похожи на приведенный рассказ.

Самым интересным фактом в этом рассказе, фактом, который вызывает удивление как у самого рассказчика, так и у исследователей, анализирующих мышление, являются проблески внезапного озарения. Эти проблески, несмотря на всю их неожиданность и кажущееся отсутствие связи с непосредственно предшествовавшими им событиями, не могут быть случайными в творческом процессе. Они, как об этом свидетельствует история наук, вполне закономерны для творчества.

Сложность здесь состоит в том, что, как правило, открытие — это следствие сцепления большого количества объективных и субъективных обстоятельств, в значительной мере случайных. К этим обстоятельствам относятся анатомо-физиологические индивидуальные особенности исследователя, условия его развития, те случайные встречи с людьми, прочитанные книги и тысячи других обстоятельств, которые в своем неповторимом сочетании сформировали интересы человека, заставили его заниматься данной проблемой и, наконец, привели к открытию. Оно, как уже указывалось, воспринимается субъектом, его совершившим, как нечто неожиданное, он не может описать и сотую долю породивших его причин, потому что не осознает их.

Весьма перспективна та линия исследования в кибернетике, которая подчеркивает значение моделирующей деятельности человеческого мозга. А. А. Фельдбаум в докладе на объединенной теоретической конференции по философским вопросам кибернетики (Москва, 1962) так характеризовал

процесс овладения человеком той или иной областью действительности.

Сначала человек, исследуя данную область, создает в мозгу ее отражение и модель. Наблюдая изменяющуюся действительность, человек корректирует, совершенствует эту модель, приспособливает ее к реальности. Пользуясь такой моделью, человек в уме проектирует успешные методы воздействия на действительность.

Понятие мозговой модели объективной реальности, которое выдвинуто в современных исследованиях по кибернетике и физиологии, а также результаты работ по психологии мышления позволяют предположить одну гипотезу, которая в какой-то степени объясняет некоторые моменты творческого мышления. Можно предположить, что в процессе решения задачи в мозгу человека возникает динамическая модель проблемной ситуации, которая состоит из элементов условия задачи, отраженных мозгом в их связях и взаимоотношениях. Эта модель формируется в ходе ориентировки в условиях задачи, в ходе их анализа и синтеза, т. е. активной сознательной деятельности.

Элементы проблемной ситуации существуют в мозгу в виде следов отражаемых объектов. Каждый из них не является простой копией того или иного объекта, а имеет тенденцию к динамике, к взаимодействию со следами других объектов. Результатом этого динамического взаимодействия, протекающего в нервных клетках мозга, является установление новых связей и отношений между элементами проблемной ситуации, которое и приводит к решению задачи.

Факты, полученные в ходе экспериментального исследования процесса решения, позволяют предположить, что мозговая модель проблемной ситуации способна к автономной работе, в известной степени независимой от сознательной деятельности. Результат функционирования модели как бы выдается решающему человеку.

В качестве физиологического механизма модели проблемной ситуации могут быть привлечены идеи выдающегося физиолога А. А. Ухтомского о существовании «физиологических органов нервной системы». Модель может быть рассмотрена как функциональный орган в нервной системе, сформированный для решения той или иной задачи. С другой стороны, модель обладает свойствами доминантного очага, способного притягивать к себе раздражители, прямо не связанные с данной задачей. Именно доминантным характером модели можно объяснить факты, известные в истории науки под названием «ньютоновского яблока».

Следовательно, с физиологической точки зрения, процесс решения творческой задачи может быть описан так. Необходимые для решения задачи связи отсутствуют, а имеющиеся

системы связей препятствуют их образованию. Динамическая модель проблемной ситуации, как специальный орган нервной системы, обладающий свойствами доминанты, в результате взаимодействия отраженных объектов способна преодолеть косность имеющихся связей и образовать новые.

Предлагаемое понятие модели может иметь также известное практическое значение. Роль модели в трудовой деятельности выступает в профессиях, связанных с дистанционным управлением производственными процессами. В этих профессиях, отличающихся разобщенностью между управляемым объектом и оператором, модель управляемого объекта в голове оператора является важным компонентом трудовой деятельности. Решение практических вопросов относительно этих профессий должно быть направлено на оптимизацию формирования и функционирования динамической модели управляемого объекта. Этому могут способствовать методы формирования оперативного мышления и рационализация подачи информации на информационных панелях.

Кроме того, закономерности и свойства мозговой модели могут быть учтены при создании кибернетических машин, предназначенных для решения задач, алгоритм которых еще не создан.

Известно, что во многих американских психологических работах мозг представляется как некий «черный ящик», который отвечает реакциями на различные воздействия из внешнего мира, что же происходит в этом «ящике» — неизвестно. Можно лишь как-то связывать между собой стимулы и реакции. Достижения психологии показывают необходимость другого направления исследования мозга. Основной путь этого исследования ясен: от чисто внешней регистрации стимулов и реакций к вторжению в «черный ящик», к раскрытию внутренних механизмов человеческого творческого мышления.

6 коп.

70067