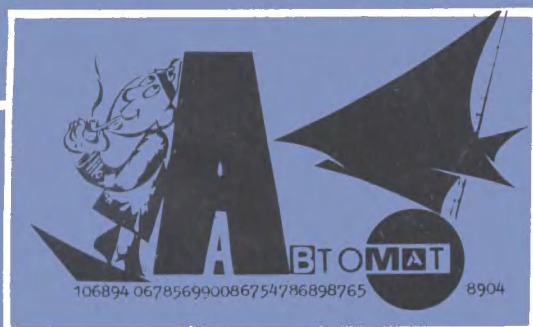


А.П.ЛЯЛИКОВ, В.А.САРУХАНОВ

Корабли, автоматы, роботы



• СУДОСТРОЕНИЕ •

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА

А.П.ЛЯЛИКОВ
В.А.САРУХАНОВ

Корабли, автоматы, роботы



ЛЕНИНГРАД
«СУДОСТРОЕНИЕ»
1985

ББК 39.42
Л 97
УДК 629.12(023)

СЕРИЯ «НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА»

Рецензент засл. деят. науки РСФСР, д-р воен.-мор. наук В. А. АБЧУК

Рисунки художника В. А. САРУХАНОВА



Scan AAW

Ляликов А. П., Саруханов В. А.

Л 97 Корабли, автоматы, роботы. Л.: Судостроение, 1985—104 с., ил. — (Научно-популярная библиотека школьника).

ИСБН

Кратко и увлекательно рассказывается об истории, современном состоянии и перспективах автоматизации создания судов и управления ими. Брошюра иллюстрирована оригинальными рисунками. Адресована школьникам старших классов, выбирающим профессию.

Л 3605030000—051 2—85
048(01)—85

39.42

© Издательство «Судостроение», 1985 г.

ВВЕДЕНИЕ



Наша страна — великая морская держава. Тысячи кораблей, сотни портов, гаваней, заводы, верфи — вот что такое наш морской флот. Советский флот родился вместе с Октябрьской революцией, о начале которой возвестил пушечный выстрел с первого корабля революции «Авроры». Революция изменила судьбу страны. Наше морское могущество создано, поддерживается и развивается трудом, энтузиазмом советских людей. Именно их личные качества — знания, умение, опыт — основа и гарантия высокого уровня постройки и эксплуатации кораблей¹ и судов². Они проектируют, строят, обслуживают корабли, ведут их в далекие гавани через спокойные и бушующие моря и океаны.

Когда океан спокоен, голубое небо над ним глубоко и просторно. Над самым горизонтом висят ослепительно-белые облака. И невозможно налюбоваться на этот простор, свет. Все, кто хотя бы раз видел эту картину — бирюзовую воду, белые паруса яхт, парящих в небе птиц, — ощутили подъем духа, искреннюю радость, желание творить добро.

Но чтобы понять океан, надо увидеть его в другом обличье. Чудовищная, кажущаяся непреодолимой мощь

¹Корабль (от греческого «карабос») — самоходное водоизмещающее сооружение, предназначенное для боевых действий, а также крупное морское судно.

²Судно (от славянского «сосуд») — построенное для плавания по воде сооружение различного назначения.



Рождение первого в мире государства социализма навечно связано с кораблем, имя которого — «Аврора».

разбушевавшегося океана — зрелище не для слабых душ. Темное небо, рев ветра, грохот рушащихся гребней волн, похожих более всего на встающие на пути корабля холмы, вершины которых касаются туч. Кажется, нет такой силы, чтобы преодолеть слепую ярость шторма. Но такая сила есть. И стабильное мореплавание — доказательство этой силы.

Корабль — одно из самых сложных технических средств. Не считайте это утверждение преувеличением! Бесспорно, вершинами техники и технологии XX века являются, например, ядерный реактор, лазеры, полимерные материалы. Но все эти сами по себе чрезвычайно сложные и интересные технические объекты могут быть слагаемыми элементами корабля. Современный корабль — зеркало научного и технического прогресса: каков корабль — таковы инженерная мысль, уровень техники и технологии в создавшем его государстве.

Основа успешного мореплавания закладывается при постройке кораблей. Судостроение — это целая отрасль экономики страны, тесно связанная практически со всеми другими отраслями промышленности: металлургией, электротехникой, приборостроением и другими. Здесь и «свои» учебные заведения — профессионально-технические училища, вузы, научно-исследовательские институты, конструкторские бюро. Но основное звено судостроения — заводы и работающие на них рабочие-корабелы, руками которых создаются корабли. Скользящий по волнам корабль — это итог огромного труда, труда упорного, напряженного, сосредоточенного. Он начинается с мечты, замысла, которые постепенно приобретают зримые черты, воплощаясь в корпус, машины, механизмы. Проектирование, постройка и ввод в строй кораблей и судов — увлекательная творческая работа, которую выполняют специалисты разных рангов — рабочие, мастера, техники, инженеры, ученые.

О кораблях, судостроении, мореплавании написано немало книг. Все великие искусства — драма, музыка, живопись, скульптура, архитектура — не раз воспели мужество моряков, волшебную притягательную силу океана, радость труда творцов морской техники. Но эта тема неисчерпаема, и в ней всегда присутствует главная мысль: морское дело стоит того, чтобы сделать его делом жизни! У судостроения и мореплавания большое и интересное будущее.

ЧЕЛОВЕК, ОКЕАНЫ, КОРАБЛИ И АВТОМАТЫ

*Когда приходят в гавань корабли
И парус опускают свой устало,
Им кажется, что если бы могли,
Они б не вышли в этот путь сначала,
Но тишина — непрочна, как хрусталь.
Откуда-то вдруг снова манит ветер.
И корабли опять уходят вдаль,
Упрямей всех на этом трудном свете.*

А. Меркулов



С чего все началось

Нам неизвестны конкретные события, связанные с возникновением мореплавания (кто, где, когда впервые вышел на корабле в море), но более или менее достоверную картину покорения человеком водной стихии нетрудно описать. Поводов для этого было достаточно много и, возможно, одним из них послужила острая необходимость переплыть бурную и холодную реку или переправить через нее добычу во время охоты. Что здесь было решающим фактором — не важно. Главное, что человек оказался способным решить сложную и совершенно новую для него задачу. Приспособив для передвижения по воде ствол сброшенного бурей дерева и шест — возможно, ветвь того же дерева, срубленную каменным топором, он смог преодолеть барьер, который поставила перед ним природа. Человек мыслил, искал, изобретал.

Бревно, затем плот, челн. Это уже зачатки судостроения. Ведь челн, выдолбленный из ствола дерева, — это маленький, простенький, но — кораблик. Началось мореплавание! Вернее, смогло начаться, раз уж в нем возникла необходимость. Ведь открытия и изобретения — следствие потребности в чем-либо конкретном. Именно энтузиасты-изобретатели в одиночку и коллективно, придумали и создали весь окружающий нас мир машин, механизмов, предметов, изделий — от весла до космического корабля. Правильно поняв поставленный жизнью вопрос, они нашли на него



Проблемы, связанные с перевозкой товара, возникли сразу же, как только появился сам товар.



Первый же рейс утлого суденышка стал началом гигантского строительства незримых мостов между народами и континентами.

ответ — иногда единственно возможный или же один из возможных.

Почему это произошло

В ранний период цивилизации плот и челн еще могли удовлетворять нужды, например, межплеменного обмена. Но обмен рос, появились товары: оружие, посуда, ткани, дерево, соль. Потребность в транспортных средствах заявила о себе в полный голос. Конечно, эти средства были и раньше: прирученные лошади, буйволы, собаки. Но много ли на них увезешь? Ведь до колес еще не додумались, долгое время изобретательская мысль не шла далее вьюков и волокуш. Да и что колеса при полном отсутствии



Выйдя в открытое море, человек оказался во власти стихий.



Прошло немало времени, прежде чем человек научился противостоять стихиям.

дорог? А дороги всегда были рядом. Голубые, широкие, гладкие и относительно безопасные. Ведь штормы бывают не каждый день, а половодья — и того реже. В остальное же время — плыви, мой челн! Однако маловат стал долбленный челн. Ну что же, вот вам новый заказ — его удовлетворяет судно, собранное из брусьев (доски появились гораздо позднее). Пришлось поработать — ведь даже маленький кораблик не чета долбленке! Тут пространственная конструкция, которая должна быть жесткой, устойчивой, водонепроницаемой... Много всего! Управлять многовесельным корабликом стало трудновато — изобрели рулевое весло.

Звезды над кораблями

Рано или поздно пришлось решать вопрос о дальних плаваниях в условиях, когда не видно знакомых до кустика берегов, или ночью. Выйдя в открытое море, человек оказался во власти стихий. Они приняли обличье страшного зверя, неотступно следящего за моряками. Но корабли плыли вперед, преодолевая препятствия, борясь со стихиями. В этот период зарождается мореходная астрономия: курс (направление движения) ко-

рабля стали определять относительно положения Солнца, Луны, звезд, а для этого пришлось хорошо разобраться в механике движения этих таинственных, далеких объектов, понимание природы которых пришло значительно позже. Морские дороги стали реальностью.

Вечное чудо

Объяснить в точности, что именно влечет человека в морские дали, затруднительно. Но все же хочется заметить, что тяга к дальним странствиям — в нашей крови. И нельзя это объяснить только желанием человека познать неведомое. Конечно же, познание, но прежде всего — чувство восторга, полет духа. Ведь природа создала человека не только как «Человека Разумного», но и как «Человека Дерзającego». Свободный человек — в безбрежном море!

Познание эмоционально, мы открываем новое с радостью, ищем с надеждой, и всю жизнь упорно верим в чудеса. А они, действительно, были, есть и будут. И одно из таких вечных чудес — море. Голубой простор. Серебряные облака. Птицы над волнами — и белый корабль, пенящийся изумрудные волны. Глядя на звезды, можно полюбить астрономию. Но не все становятся астрономами. Ощувив любовь к морю — становятся моряками. Или корабелями. Во всяком случае — хорошими людьми. Так велики и влиятельны море и мореплавание.

Итак, море не только очевидный феномен. Море и мореплавание одухотворены любовью к ним человека, они — высокая мечта, символ мужественных дерзаний человека.



Ночью, когда тьма поглощает все вокруг, путеводителями для мореплавателей стали звезды.

Видеть и наблюдать

Представьте себе на секунду, как трудно — невозможно трудно! — было изобретателям таких обычных, привычных для нас вещей: весла, колеса, огнива... В природе есть подсказки многих технических решений. И здесь уместно вспомнить одну из бесед знаменитых Шерлока Холмса и доктора Ватсона. Отвечая на недоуменный вопрос доктора о том, как же он, Холмс, смог увидеть нечто важное там, где никто другой ничего достойного внимания не заметил, Шерлок указал на существенную разницу между содержанием двух глаголов: «видеть» и «наблюдать». Наши славные изобретатели именно наблюдали за всем, что происходит вокруг них. Это давало возможность сформулировать представления о цели и найти средства ее достижения. Дальше — идея воплощалась в жизнь в виде рабочей модели, макета. Испытания, исправления, опять пробы. Наконец, восторг достижения цели.

А когда корабли обрели свой настоящий, привычный для нас облик?

Древнее мореплавание

Вспомним великого Гомера. В первой песне «Илиады», строке тринадцатой¹, сказано: «...Он приходил к кораблям бысролетным ахейским...» Бессмертное творение слепого певца создано, по современным научным данным, в IX—VIII веках до нашей эры, а описываемые в нем события происходили еще раньше — в XIII веке. Значит, бысролетные ахейские корабли вонзили свои форштевни в белый песок троянских берегов около трех тысяч лет назад! Это уже были настоящие корабли: на каждом из них — мачта с парусом, весла, рулевое весло, и, что очень важно, брусья корпуса надежно связывались шипами. Мы даже знаем, из чего были построены ахейские корабли: в песне тринадцатой, называющейся «Битва при кораблях», упомянута сосна — «корабельное дерево».

Имеются свидетельства и более древние. Так, судя по рисункам на гробницах египетских фараонов, парусно-весельные корабли египтян плавали по Нилу за ты-

¹Гомер. Илиада (Пер. Н. И. Гнедича.) М., ГИХЛ, 1960, с. 19.

²То же, с. 210.

сячу лет до написания «Илиады». Корабли египтян достигли мыса Доброй Надежды — южной оконечности Африки — четыре тысячи лет назад.

Так сколько же лет кораблям?

Самый ранний исторический факт из интересующей нас области — деревянное двухлопастное весло из Старр Карр (Англия), возраст которого определен в 9500 лет. По-видимому, оно было принадлежностью челна — предшественника кораблей. Плавали ли тогда по морям? Зададим, вместо ответа, встречный вопрос: с какой целью? Ответить на этот контрвопрос, по-видимому, можно. Десять тысяч лет назад на смену каменному веку шел век бронзовый. Рождалась технология выплавки металлов и изготовления из них оружия и предметов быта. Нельзя отрицать наличия в этот период зачатков торговли. Значит, были межплеменные связи. Отсюда — путь в моря! Итак, с небольшой погрешностью можем считать, что кораблям-мореходам около 10 000 лет. Почтенный возраст! Славная история!

Чтобы доплыть, надо управлять

Самые первые средства преодоления водной стихии не являлись, конечно, кораблями-мореходами. Кроме того, бревно — ствол дерева, вырванного бурей, ободраный и брошенный в воду, — не потребовало для своего изготовления больших усилий человека. Но ведь использовать их для достижения цели — и значит управлять! Управление — это достижение поставленной цели организацией взаимодействия определенных средств. Использование (организация) — это программа, которую надо сначала придумать, а уж потом реализовать, последовательно совершая по ней действия с помощью конкретных средств. Средствами и были упомянутые бревно и шест. Пусть это были дары природы, но использовал-то их человек. Он, управляя, переплыл реку — достиг цели.

И что самое удивительное — человек не удовлетворился случайно благоприятным сочетанием событий. Он пожелал большего: иметь нужные средства именно тогда, когда возникнет в них конкретная необходимость.

Солнце и дерево

Дерево верно служило кораблестроению до середины XIX века. И вполне заслуженно. Оно обладало многими достоинствами: во-первых, его было много и оно было доступно; во-вторых, было легким (не тонуло), прочным и обрабатывалось простейшими инструментами (долотом, топором, пилой).

Недостатки дерева — ухудшение свойств под воздействием солнца, ветра, воды и древоточцев, а также способность воспламеняться — длительное время ни-



Идея постройки первого судна не могла появиться в песках Сахары: там не было деревьев

сколько не перевешивали его же достоинств, да и возможность выбора отсутствовала: «конкурентами» дерева могли быть только шкуры, кожа, прутья, глина... Какие уж они конкуренты!

Свойства кораблей определялись не только материалом (на строительство кораблей шло длинномерное, сухое, легкое, прочное дерево — в основном сосна), из которого они строились, но и технологией — способами обработки материала, изготовления деталей, сборки корабля из этих деталей.

Топор и парус

Древние корабли были построены из брусьев — обтесанных топором бревен. Доски стали использовать в корпусах кораблей незадолго до начала нашего летоисчисления. Соединяли брусья для формирования корпуса тремя основными способами: на шпонках, растительным тросом и с помощью заклепок. За двести лет до нашей эры в конструкции средиземноморских кораблей появились железные и бронзовые гвозди. Самые древние корабли не имели «станового хребта» — кия. Продольную прочность им придавал натянутый над палубой толстый канат, который стягивал штевни (нос и корму).

Паруса долгое время имели прямоугольную форму и ставились только при попутном ветре. Прошли тысячелетия, пока додумались до простейшей регулировки площади парусов, чтобы они не рвались при усилении ветра. Вначале это делали, меняя сами паруса — большой на меньший и так далее. Какой же труд нужен был, чтобы пользоваться таким набором! И лишь в нашей эре пошли дальше и снабдили паруса специальными снастями, которые позволяли уменьшать площадь парусов их сворачиванием и креплением свернутых частей — тем, что моряки парусного флота называли «взять рифы». Постановка и уборка парусов осуществлялись с палубы — рею с парусом поднимали на мачту и опускали с помощью специальных снастей. Трудная и долгая работа. А представьте себе шквал — внезапно налетающий сильный ветер, беспощадный в своем буйстве... Но только в средние века нашей эры паруса стали убирать и закреплять на самих реях. Чтобы ускорить и облегчить подъем матросов на мачты, тогда же придумали веревочные лестницы (ванты с выбленками),

рабочие площадки у мест крепления реев (марсы и салинги) и другие приспособления.

Скелет корабля образовывали продольные и поперечные связи, мачта упиралась в киль, носовую часть украшала деревянная скульптура, у самой воды или немного ниже ее поверхности далеко вперед выдавался грозный таран (окованное медью заостренное бревно), сокрушавший в боях борта вражеских кораблей. Кстати, последний раз боевые корабли — уже железные! — использовали таран в австро-итальянской войне 1866 года. А следы тарана видны даже в архитектуре форштевня легендарной «Авроры».

Весло, ветер, паруса

Гребцы вначале стояли, потом уже сидели на скамейках, перпендикулярных к борту, позднее скамейки (банки) стали ставить под углом — замечено было, что так грести легче. Весла, вначале располагавшиеся в один ряд, образовывали пышное «оперение» корабля. Увеличилось число рядов весел (до трех — большее число рядов практического значения не имело), выросли корабли — пришлось посадить за каждое весло до семи гребцов. Такие весла были огромными, обшивались кожей, оковывались медью... Гребли, как правило, рабы, позже — осужденные преступники. Труд гребца был воистину каторжным. Само слово «каторга» происходит от греческого «катергон» — галера.

Парусно-весельные корабли тысячи лет были единодержавными покорителями морей и океанов. Викинг Лейв Счастливый на своих драках пересек Северную Атлантику. Дольше всего парус и весла использовались именно на Севере — вплоть до XIII века бороздили парусно-весельные корабли воды Норвежского, Северного и Балтийского морей. Военный же вариант такого корабля — галера — закончил существование только в первой четверти XIX века! Заметим, что разделение кораблей на военные и торговые (грузовые суда) произошло еще в античный период истории, за несколько веков до нашей эры. Но по конструкции и вооружению кораблей это разделение долгое время было не столь заметным.

Галеасы, когги, каравеллы

Дальние плавания недаром называют походами, подчеркивая их сходство с военными экспедициями — с их опасностями, сражениями, неизвестностью... Поэтому вплоть до запрещения в 1856 году каперства¹ торговые суда были вооружены не хуже, чем военные корабли.

Владельцы торговых судов стремились прежде всего к увеличению их грузовместимости. Поэтому усовершенствования касались прежде всего трюмов, закрытий, креплений грузов и прочего. Именно этим отличались появившиеся в период 1000—1100 годов нашей эры нефы и когги. Галеасы и галеоны тех же лет — это военные, чисто гребные корабли. Лучше всего мы знакомы сейчас с коггами — им повезло! В 1962 году близ Бремена найден когг, построенный в 1380 году. Его грузоподъемность 130 тонн, по-видимому, это было рыболовное судно.

Самое важное изобретение, касающееся управления кораблем в средние века, — латинский косой парус. В отличие от прямого паруса он позволил ходить в лавировку, то есть использовать не только попутный, но и встречный (противный) ветер.

В XV веке появляются округлые, «полные», солидные корабли — и нередко с несколькими мачтами. Вошли во всеобщее употребление конструкции чисто парусных кораблей с кормовым рулем. Их обшивка делалась вгладь, а не внакрой, как было раньше; возросло число разнообразных по назначению снастей, на палубах были установлены давно использовавшиеся на суше грузовые стрелы и лебедки с вертикальным барабаном — шпили. Всем известен один из типов корабля этого периода — знаменитая каравелла.

Компас, фальконет и жизненный опыт

Совершенствуется управление кораблем. Компас стал неотъемлемой принадлежностью корабля, капитаны бережно хранят в окованных железом сундуках морские

¹ Каперство (от голландского «капер» — морской разбойник) — нападение вооруженных частных торговых судов воюющего государства с его официального разрешения на неприятельские торговые суда или суда нейтральных государств, перевозящие грузы для неприятельского государства.

карты, по небесным светилам определяют место корабля (ошибки, правда, иногда достигают десятков и даже сотен миль¹). Над морскими просторами вздымаются белые дымы, гремит рукотворный гром: на корабли пришли кулеврины, фальконеты и другие, столь же замысловато именуемые типы пушек.

Много нововведений появилось на кораблях Северного и Средиземноморского бассейнов в XVI веке. Упомянем хотя бы такое: прорези в бортах для стволов пушек — порты — научились наглухо закрывать (закраивать!) специальными крышками, что повысило мореходность кораблей.

Железные и медные детали стали обычными элементами корпуса и вооружения корабля (было два вида вооружения: парусное, к которому относились мачты, снасти и паруса, и боевое — пушки, ядра, порох и прочее). Но вот что интересно: кораблестроения и кораблевождения как наук еще не было. Корабли строили без проекта — предварительных расчетов, чертежей, моделей, испытаний — и управляли ими моряки, руководствуясь опытом. Наука же — это область деятельности человека, в которой сплетаются воедино поиск знаний (сведений), выработка определенных правил этого поиска и его результат — сами знания. Цели науки — описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности. Научные знания обязательно обобщены и систематизированы. Опыт же есть основанное на практике познание действительности — правил, советов, истин. Вместе с тем наука и практический опыт обогащают друг друга, они всегда вместе, рядом.

Все еще похожи

Сложные маневры, большие размеры и длительность плавания, компас, пушки и многое другое отличают корабли начала XVI века от «кораблей быстроходных ахейских». И все же сходства больше, чем различий. Потому что роль человека в создании корабля и управлении им оставалась практически неизменной: он — источник замысла, он же и единственный исполнитель задуманного — ведь машины и механизмы, хотя уже и были, играли далеко не ведущую роль, особенно при постройке кораблей, где практически все операции —

¹Морская миля — мера длины, равная 1852 метрам.

заготовка, транспортировка, изготовление, сборка — совершались вручную. Единственный источник энергии, который удалось (с риском, с трудом!) привлечь за период до 1800 года, — ветер.

Порты и мельницы

Вместе с кораблями возникло и их береговое обслуживание: ведь надо было корабль построить, просмолить, спустить на воду, сшить паруса и по мере старения ремонтировать, вытаскивать на сушу для очистки дна и пр. Портовые сооружения — причалы, склады, доки, дороги — появились еще в первом тысячелетии до нашей эры. Круглая военная гавань древнего Карфагена в основном сохранилась до наших дней. С появлением пороха возникла новая отрасль обслуживания мореплавания — дноуглубительные работы, разрушение опасных скал и рифов. Все же вплоть до XIX века морские порты строились в местах, предуготовленных самой природой, — естественных бухтах, заливах, устьях глубоководных рек. Основная причина — отсутствие мощных и компактных источников энергии, необходимых для углубления дна. Ведь с помощью лопаты и возка, в который запряжена лошадь, можно сделать далеко не все, что хочется.

В XI веке была изобретена ветряная мельница — «ветряная машина» — аналог в сущности «парусной машины» нашего корабля. Голландцы в XVII—XVIII веках использовали «водоотливные мельницы» для осушения доков. Энергию падающей и текущей воды в морском деле стали использовать при изготовлении пушек (сверление стволов), прокатке медных, железных и свинцовых листов, выплавке и ковке металлов.

Все дальше, все дольше

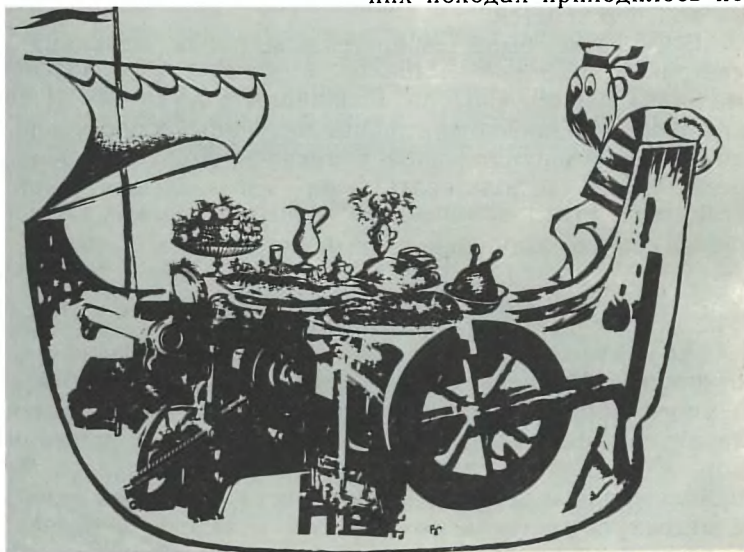
XV—XVI век — это эпоха великих географических открытий. Плавать стали много и далеко — вокруг земного шара! Пришлось поневоле решать весь комплекс задач, связанных с превращением корабля в плавучий дом для моряков, так как длительность походов без приближения к берегу и возможности пополнить запасы и отдохнуть достигла уже не дней и недель, а месяцев. С этого времени появились кубрики для экипажа, каюты для офицеров и пассажиров, провизионные кладовые,



Человек создал корабль, корабли открыли человечеству весь мир.

камбузы. Были выработаны нехитрые, но очень важные для мореплавания способы сохранения пресной воды в бочках — с добавлением уксуса, в прохладе трюмов, и свежего мяса в «живом» виде — на борт брали скот и птицу, устраивали загоны и клетки, везли с собой сено и прочее. Корабль стал автономным (независимым).

Становится ясно, что новый самостоятельный мирок — маленький кораблик в огромном океане — должен быть устроен не хуже сухопутного, земного мира. На корабли перекочевывают кузницы, плотницкие, столярные, парусные мастерские (и мастера!) да и сами корабельно-строители. Ведь в дальних походах приходилось не



Чем дальше уходили корабли, тем больше условий они должны были создавать человеку для работы и отдыха.

только ремонтировать на месте боевые и навигационные повреждения кораблей, но иногда даже строить корабли заново!

Профессия моряка становится насыщенной, интересней и привлекательней. По-видимому, в эти времена появляются первые «беглецы в море», увлеченные романтикой мореплавания, — о них так много и хорошо несколько позже рассказали Джозеф Конрад, Майн Рид, Джек Лондон, Борис Житков и другие «поэты моря».



Прекрасен и нелегок труд моряка.

Начало корабельной науки

В XVI же столетии появились суда с плоской (транцевой) кормой. Она позволила значительно повысить грузоместимость кораблей, не снижая их прочности. Развитие книгопечатания резко ускорило обмен информацией. Для нужд торговли требовалось все больше крупных кораблей. А вот строить их по старинке, «на глаз», уже было невозможно. Появились, наконец, проекты кораблей — расчеты и чертежи. Кораблестроение стало специализированным, привязанным к большим портам, в которых сконцентрировались людские и материальные ресурсы. Там же имелся корабельный рынок, требовавший все новых, все лучших кораблей... Крупнейшие города — чаще всего и крупные морские и речные порты. Это не случайно. Самые широкие дороги — в море. До появления железнодорожного транспорта развитие промышленности и торговли в значительной степени опиралось на водные пути. Хотя к Мараканде (нынешний Самарканд), Бухаре и другим городам Средней Азии вели караванные пути, но начинались они у морских берегов — в Басре, Багдаде, Бомбее,

Астрахани... Мореплавание и корабли вступали в зенит славы и величия.

Морские дороги — вокруг света

И до сих пор межконтинентальные пути-дороги обслуживает в основном судоходство. Только пассажиров постепенно «перетянула» к себе авиация. Но ей не по силам перевозить сотни миллионов тонн грузов из Европы в Америку, из Австралии — в Индию и Африку.

Конечно, кораблестроение и мореплавание развивались не только в Европе. Коробчатые паромы с Янцзы в средние века превратились в джонки, отважно штурмовавшие Великий (Тихий) океан. Островитяне из Океании также овладели водной стихией. Не создавая больших кораблей, они построили быстрые и мореходные катамараны. Но все же в силу многочисленных причин настоящий океанский флот сошел со стапелей, воздвигнутых на европейских берегах. Отсюда уходили великие путешественники — Колумб, Беринг, Беллинсгаузен.

Открытие в XVI—XVII веках заокеанских территорий еще решительнее потребовало от корабелов новых кораблей. И появились гиганты водоизмещением более 1000 тонн!

Соленая купель

Архитектурный тип корабля менялся, но до конца XVIII века — непринципиально. Признаки силуэтов кораблей XVI—XVIII веков были такие: бушприт, относительно высокая корма, составные мачты, сложные рангоут¹ и такелаж². Каждая мачта несла до пяти — семи основных парусов, а управление каждым из них требовало от двух до 20 матросов. На корабле водоизмещением 1000 тонн экипаж включал не менее 500 матросов. И все потому, что преобладал, как и в гомеровские времена, тяжелый физический труд. Механизмы — даже

¹Рангоут (на старых парусных кораблях) — деревянные или (позже) металлические детали круглого сечения, служащие для постановки и несения парусов, — мачты, стеньги, реи, гафели, бушприт, утлегарь, бом-утлегарь.

²Такелаж — все снасти судов — делится на бегучий — для подъема (поворачивания) рангоута с парусами — и стоячий, поддерживающий рангоут (штаги, бакштаги, ванты, фордуны).

простейшая ручная лебедка для управления парусами — появились только в XIX веке.

Что это был за труд — на высоте десятков метров над бушующими волнами, или на скользкой, кренящейся палубе, обливаемой потоками воды! Думаем, этих немногих слов достаточно, чтобы человеку сухопутному представился «маленький» ад. Вспомним художников слова, прочтите «Белый бушлат» Г. Мелвилла, «Морские рассказы» Станюковича. Или вот книга о событиях на одном из «последних могижан» парусного флота — гигантском многомачтовом паруснике со стальным корпусом — «Мятеж на «Эльсиноре» Джека Лондона. Это было уже совсем недавно — 80 лет назад. Но по-прежнему натруженные руки, опасности были неотъемлемой частью тяжелого труда матросов парусного корабля.

Проекты и прожекторы

С XVIII века корабли строят только после утверждения предварительно разработанного подробного, снабженного расчетами осадки и водоизмещения проекта. Перед утверждением проект подвергают проверке (экспертизе) — рассматривают, сравнивают, изучают. Все больше деталей корпуса, дельных вещей и рангоута изготовляют целиком, а также с использованием железа и меди. Днища кораблей обшивают медными листами. Корабелы по достоинству оценивают изобретение Бенджамина Франклина — громоотвод (молниеотвод) — металлический стержень (или полоса), спускающийся с вершины мачты в воду. Галереи и иллюминаторы закрывают специальными толстыми стеклами в свинцовых переплетах, появляются и становятся обычными яркие, воспринимавшиеся вначале как волшебство фонари с зеркальными отражателями — предшественники прожектора. Это уже наше, русское изобретение, принадлежащее великому Кулибину. Над водой гремят многократно усиленные голоса капитанов и шкиперов — входят во всеобщее употребление стенторофонические трубы (теперь именуемые рупорами), созданные англичанином Морлендом.

Явление огненных машин

Тяжек и рискован морской труд, беспомощно обвиняют в штиль гигантские паруса...Нужна новая энергия! И ее находят, как всегда, вовремя.

Глядя на чудовищно большой, неуклюжий, слабый паровой водоотливной насос — детище английского кузнеца Ньюкомена, кто бы мог подумать, что новый вид энергии уже стал реальностью? А кто первый придумал механический двигатель для корабля? Историки ищут. Названы многие имена, проверены факты. Но окончательно вопрос так и не решен. Ясно только одно: такой двигатель в виде паровой машины предложили еще в XVII веке Ворчестер, Дюке, Папен, Севери.

В патенте Великобритании № 556, выданном в 1736 году Д. Хуллу, описан вполне работоспособный буксир с паровым двигателем и колесным движителем. Практическая постройка первого парового судна (1707), возможно, дело ума, таланта и рук Дени Папена. Следующих пароходов пришлось подождать: только в 1772—1774 годах Доксирону и Перрье во Франции и Коллэу в США удалось довести свои несовершенные детища до стадии испытаний. Были и другие примеры, не столь удачные.

В 1783 году воды реки Сены вспенили плицы колес исторического «Пироскафа» Жоффруа Доббана. Это судно имело все признаки колесного парохода, а таковые плавают кое-где до сих пор; кроме того, его имя стало нарицательным; даже 100 лет спустя газеты частенько называли пароходы пироскафами.

В том же XVIII веке появились в морском деле и другие важные усовершенствования, например, ливерпульский сухой док. В 1787 году англичане построили первое железное водоизмещающее судно (это была речная несамоходная баржа). Окончательно завершились разработки пропорций кораблей и их основных элементов (длина, высота борта, осадка, грузоподъемность, число и высота мачт, рангоут, такелаж, экипаж), определены правила постройки и эксплуатации деревянных кораблей — они позже стали правилами классификационных обществ¹. Корабли, построенные в конце XVIII века, — вершины «ремесленного» периода кораблестроения. Наступало новое время — время машин, фабричного производства, автоматов.

¹Классификационные общества — это специальные органы надзора за выполнением установленных правил проектирования, постройки и эксплуатации судов (например, Регистр СССР, Регистр судоходства Ллойда в Великобритании, Бюро Веритас во Франции).

А что это такое — автомат? В переводе с греческого — «самодействующий». Сейчас автоматами называют устройства (или целую их гроздь — совокупность устройств), выполняющие по заданной программе без непосредственного участия человека операции (действия) в процессах получения, преобразования, передачи и распределения (использования) энергии, материалов или информации (сообщений). Впервые человечество создало автоматы (игрушки, культовые) более трех тысяч лет назад. Но нас интересует не вся история автоматов и автоматизации¹, а лишь одна из ее ветвей — морская.

Так когда же появился первый автомат на кораблях и что он делал? Первым полноценным автоматом, использовавшимся на кораблях со значительным успехом, по мнению авторов, был хронометр английского часового мастера Д. Гаррисона. Впервые он был применен в дальнем морском походе 1736 года.

В самом деле, механические (заводные) часы — это прибор, обладающий в течение некоторого времени (пока не кончится завод) свойством самодействия. В строго заданном темпе (по программе) — отсчитывает хронометр секунды, складывает их в минуты, а те — в часы и показывает результат стрелками на циферблате. Особо точные часы называются хронометрами (Хронос — бог времени у древних греков). Часы, о которых идет речь, были не простые, известные уже более тысячи лет (имеются в виду механические часы, часы других типов, например водяные — клепсидры, гораздо старше), а являлись переносными высокоточными пружинными часами для астрономических расчетов при определении места корабля вдали от берегов. Они снабжены механическими устройствами преобразования энергии сжатой (скрученной) пружины в движение колесного механизма. Особые приспособления (регуляторы) следили, чтобы ход часов был строго равномерным. Согласитесь, что часы-хронометр — действительно автомат. Первый на корабле.

¹ Автоматизация — применение технических средств и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессе получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации.

А какой был вторым? Он появился на кораблях лет через тридцать-сорок. Это — предохранительный клапан на паровом котле. Простая вещь! Вся-то программа — один шаг: если давление пара в котле больше, чем задано, открыть «окошко» и выбросить часть пара в атмосферу («стравить пар», как говорят моряки). Чуть позже появился и третий корабельный автомат. Это регулятор Уатта — устройство, которое поддерживало число оборотов вала, приводимого во вращение паровой машиной, постоянным. Как это достигалось? Грузики шарниров подвешивались на валике. При увеличении числа оборотов сверх нормы грузики расходились за счет действия на них центробежных сил, тянули рычажок, который поворачивал заслонку-регулятор, и пара в машину поступало меньше. Обороты уменьшались, порядок восстанавливался.

А четвертый автомат? Про этот ничего не скажем, потому что не знаем, какой автомат на корабле был четвертым. Вернемся к истории кораблестроения и мореплавания.

Оседлание дракона

Морская стихия описана много и по-разному. Знаменитый художник-маринист Айвазовский в картине «Девятый вал» изобразил мощь бури и ужас потерпевших кораблекрушение... при солнечном свете! Редчайший феномен — шторм и солнце. Но — бывает.

Вспомните яркие впечатления от столкновений с морской стихией героев Дефо, Свифта, И. А. Гончарова, Жюль Верна! Океан может быть жестоким. Недаром его ярость китайцы сравнили с поведением мифического дракона — олицетворения сил зла.

Да, пока корабль двигали мускулы гребцов и ветер, трудно ему бывало в ураганный шторм... Немногие корабли оставались на плаву. Потом они требовали ремонта, а то и шли на слом. И это после первой же бури! Конечно, были и счастливцы-победители. Целая целехонька «Виктория» Г. Нельсона. А ведь ей без малого двести лет! Но все же не весельно-парусно-деревянными кораблями было суждено оседлать дракона. Это сделали пароходы.

Пар пробивал себе дорогу в океан долго — более 100 лет. Ведь морякам надо было привыкнуть к «огне-

дышащим» машинам! Ломалась, уходила старая, «немашинная» психология, рождались новые взгляды.

Экспериментов, мы уже говорили, было множество, но только Р. Фултон, создав в 1807 году первый работоспособный пароход «Клермонт» (мощность машины 18 лошадиных сил, колесный движитель, дальность плавания более 100 миль при скорости 3,5 узла¹), окончательно разрешил «спор ветра и пара». Русское судно «Елизавета», вышедшее на линию Петербург — Кронштадт в 1815 году, имело мощность машины немногим меньше — 16 лошадиных сил. Уже к концу первого десятилетия после выхода «Клермонта» число пароходов в мире измерялось десятками.

Кто кого пересилил?

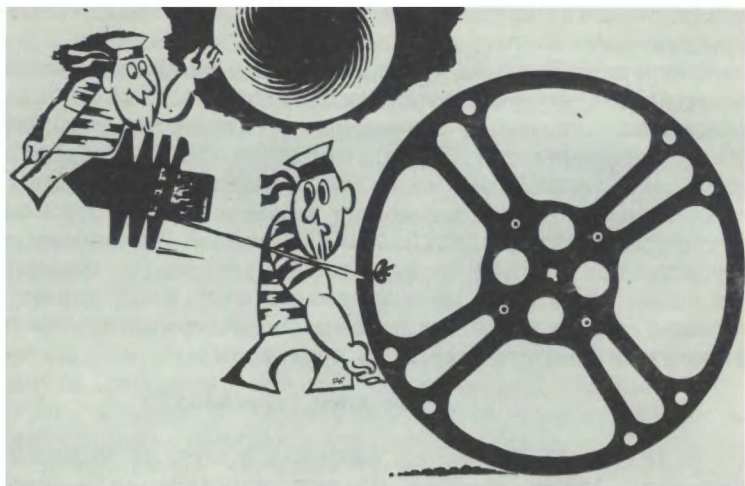
В 1812 году Ч. Напир построил железный колесный пароход «Аарон Менби». Колеса царствовали в море долго, хотя винтовой движитель был изобретен французским математиком Поктоном еще в 1793 году. Спор «Колеса или винт?» решали в 1849 году два одинаковых по размерам и мощности машин английских парохода. Винтовой пароход «перетянул» колесный! И все же плицы колес «шлепали» по Атлантическому океану до 1875 года. А речные «колесники» кое-где живы и до сих пор.

В историю мореплавания между тем входили, чтобы остаться в ней навечно, все новые корабли. «Саванна» — парусно-паровой корабль с колесным движителем — пересек Атлантику в 1819 году. Это, по-видимому, и есть истинная дата начала «машинного» море-

¹ Узел — мера скорости корабля, равная 1 морской миле в час (значит, «Клермонт» имел скорость около 6,5 километров в час или 1,8 метра в секунду).



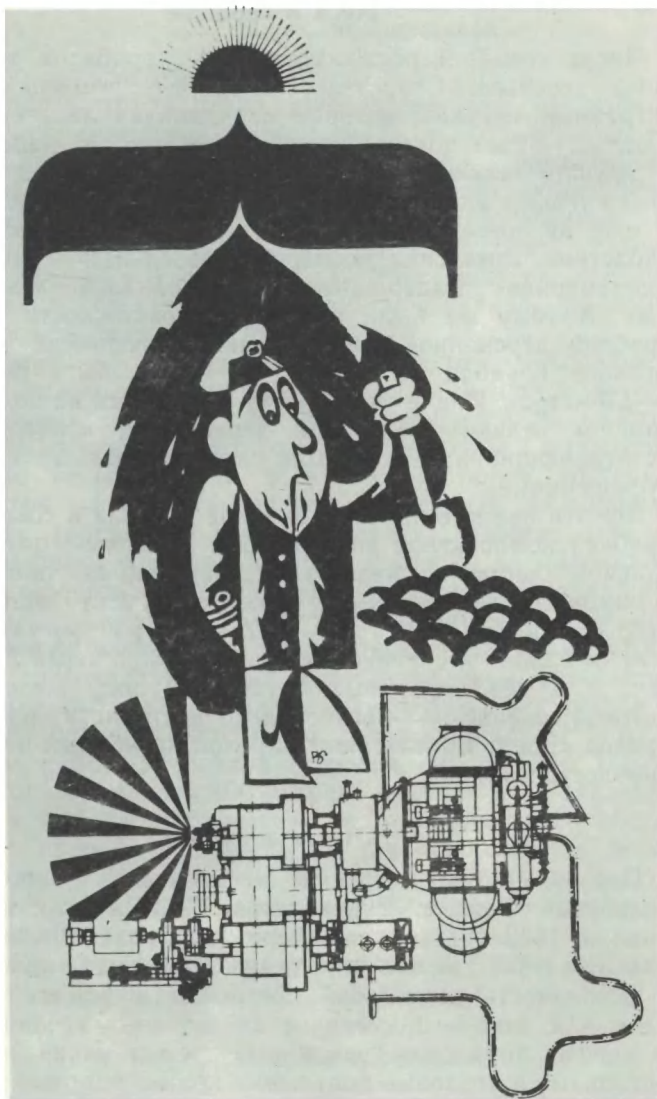
Колесо — одно из самых гениальных изобретений человека.



Кто кого? В споре движителей — колесного и винтового — победил сильнейший.

плавания. Черный дым из черных же труб омрачал белые паруса вплоть до последнего десятилетия XIX века. Паровая машина была прожорлива, ненадежна, да и недостаточно маневренна: чтобы изменить направление хода на обратное (дать полный назад), нужно было проделать множество манипуляций, прежде всего остановить многотонные подвижные части машины — поршень с шатуном, коленвал и прочее. Поэтому вначале паровые машины использовали периодически. Полностью «машинный» трансатлантический переход от Корка (Англия) до Нью-Йорка был совершен «Сириусом» только в 1831 году. Плавание длилось 19 дней.

Конструкция первых корабельных паровых двигателей была несовершенной. Пар в ней перемещался по цепочке паровой котел — паропровод — маневренный клапан — паропровод — цилиндры паровой машины — атмосфера, что было неэкономичным — требовалось много угля и воды. Резко сократилась потребность в воде после введения в 1834 году конденсатора. И все же коэффициент полезного действия паровой машины был мал — около 0,1. Это значит, что девять десятых сожженного топлива «обогревало атмосферу» — есть такая грустная шутка...



Человек добывает энергию, которая обеспечивает движение корабля, — но сколь велики еще ее потери.

Леса и корабли

Число кораблей росло. На нужды корабелов рубили много деревьев. Строительство, дрова, пожары — вот те главные «языки», которые «слизывали» леса с лица планеты. Ведь долгое время паровозы и пароходы потребляли только дрова, потом дрова и уголь, а один только уголь в них стали жечь лишь с середины XIX века, да и то не повсеместно. А печи, камины, доменное производство!.. Дровесина, особенно корабельная — лучшая, длинномерная, выдержанная, — становилась все дороже. К тому же были исчерпаны возможности роста кораблей деревянной конструкции. Практически длина морского корабля из дерева не может быть больше 50—60 метров. Иначе он попросту развалится на волне — слишком велики будут для деревянных конструкций растягивающие и изгибающие силы, вызванные качкой и ускорениями.

Все эти важные причины вначале привели к созданию кораблей композитной конструкции: железный, позже — стальной набор («скелет») и деревянная обшивка. Характерный и удачный пример — «Грейт Истерн», построенный в 1837 году. Он открыл регулярные (а не от случая к случаю) рейсы пароходов через Атлантику. А в 1843 году был спущен на воду железный, винтовой, океанский — вот сколько достоинств сразу! — пароход «Грейт Бритн». Этот пароход превращен в музей кораблестроения.

От ста к тысяче

Первую сотню морских и океанских пароходов английский Регистр судоходства Ллойда зарегистрировал в 1832 году, а еще через 20 лет их было уже далеко за 1000! Таковы были темпы «революции на море».

Особенность технологии постройки железных пароходов XIX века — применение заклепочных соединений. На верфях появились невиданные прежде механизмы — порталные и козловые подъемные краны, паровые молоты, гибочные вальцы, сверлильные, токарные, строгальные, фрезерные станки — все это вначале с приводом от паровых машин, позже — с пневматическим, а после 80-х годов — и с электрическим.

О тех, кто создавал корабли

Ручного труда было еще более чем достаточно. Обратите внимание — механизация в кораблестроении и механизация в мореплавании всегда шли параллельно, практически ничем не различаясь. Это объясняется однотипностью источников энергии, используемых на берегу и на судах, — пар, потом турбина, дизель, электричество. А источник энергии диктует характеристики и свойства всех механизмов, машин, приборов и устройств, которые с ним связаны.

Строительство железопарового флота, покорившего океан, велось, как мы уже сказали, в основном руками мастеровых. Скажем, те же заклепки: ведь каждую надо было сначала изготовить путем горячей штамповки (только не на прессе, а вручную), потом доставить на верфь, высверлить под нее отверстия в соединяемых деталях (например, листах обшивки), раззенковать их (снять фаски с краев), нагреть заклепку до малинового цвета, вставить в отверстия, упереть в головку подержник (болванка массой до 16 кг) и расклепать кувалдой выступающую часть. И не просто расклепать, а так, чтобы новая головка тоже была полусферической, без забоин и трещин. Все это надо было делать быстро и без ошибок — металл, остывая, «подгонял» клепальщиков. Работали вдвоем, работа требовала здоровья, сил, умения. В корпусе корабля длиной 100 метров — сотни тысяч заклепок. А если корабль побольше — то и миллион. И каждую из них надо было обработать так, как описано выше. Но ведь это еще далеко не вся строительная работа на стапеле. О трудностях кораблестроения середины XIX века прекрасно рассказано знаменитым корабелом А. Н. Крыловым в его «Воспоминаниях» — там, где речь идет о кораблестроителе П. А. Титове¹.

Задача о кубиках

Серийного производства на верфях почти не было. Каждый корабль проектировали заново. Это было трудно, долго, дорого. Во второй половине XIX века разорительность такого способа постройки вызвала

¹ Крылов А. Н. Мои воспоминания. — Л.: Судостроение, 1977, с. 77.

у кораблестроителей интерес к стандартизации¹ и унификации². Начали с листов для обшивки, потом настала очередь заклепок, бимсов, пиллерсов, шпангоутов, потом дошла очередь до трубопроводов, деталей машин и механизмов, тросов, блоков, якорей... Стремление было ясным: свести, хотя бы частично, проектирование и постройку корабля к «задаче о кубиках» — создать то, что нужно, из заранее сделанного набора элементов. Увы! Дело оказалось не простым, но на первом, низшем уровне, где речь шла о массовых элементах корабля (хотя бы тех же заклепках), задача была решена еще 100 лет назад. Это положительно сказалось на кораблестроении. Но все же доля «индивидуальности» в нем остается и сейчас высокой, потому что очень разнообразны требования к кораблям.

Скачок

В середине XIX века в конструкцию кораблей уже входили продольный набор корпуса, двойное дно, дейдвудные трубы, паровые лебедки, шпиги и брашпили, стальные тросы, якорные цепи (до этого обходились якорными канатами из растительных волокон). А в 1858 году в Милвелле (Англия) был построен корабль-голиаф XIX века «Грейт Истерн» водоизмещением 32 тысячи тонн. И сегодня такой корабль — не из маленьких. А уж тогда-то! У репортеров просто не хватало хвалебных слов для того, чтобы воспеть это истинное чудо техники. Представьте себе — от 70—80 метров длины — сразу к 207! Об остальных нововведениях просто невозможно здесь рассказать — нужна особая глава. Впервые проект учитывал волновое сопротивление движению — при такой длине нельзя было от него отмахнуться. Задумали и построили этот корабль английские инженеры И. К. Бруннель и Дж. С. Рассел. Голиаф прослужил долго — ровно 30 лет.

¹Стандартизация — сведение многих видов изделий одного назначения к типовым, что позволяет более рационально организовать производство.

²Унификация — один из методов стандартизации — сокращение числа типоразмеров, марок, свойств, форм и прочего различной продукции и средств ее производства.

Сталь и риск

В семидесятые годы XIX века в кораблестроение входит материал с новыми по сравнению с железом свойствами — судостроительная сталь. Мореплавание получает мощный импульс — корабли становятся надежнее, быстрее, больше. Стальные конструкции позволили более чем на 10 процентов снизить массу корабля при той же прочности. Сталь к 1890 году полностью вытеснила железо. Новый строительный материал, новый двигатель, новый движитель — в итоге создан новый корабль! Появилась новая корабельная архитектура. А как этими кораблями управляли?

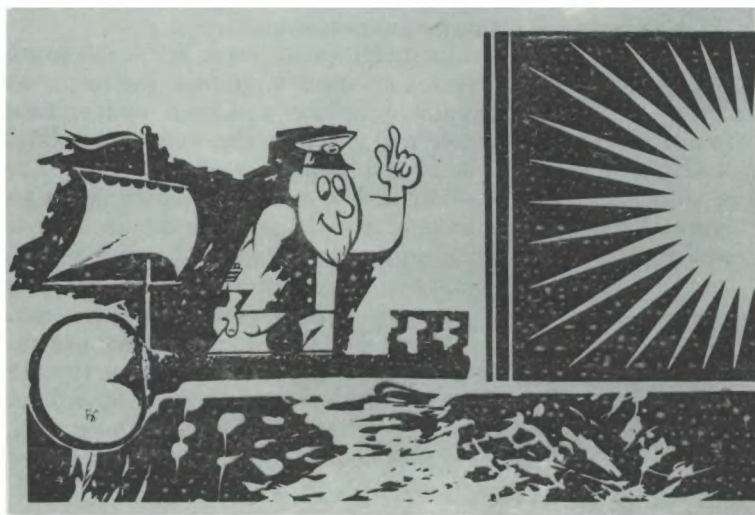
Вот здесь достижений было не так много. Правда, исчезли тяжелые и рискованные операции по постановке и уборке парусов, взятию рифов и прочее. Чтобы изменить курс и скорость достаточно стало повернуть штурвальное колесо и переставить в новое положение рукоятку машинного телеграфа (устройство для передачи команд в машинное отделение). Но все равно непроницаем мрак ночи, круглые сутки надо внимательно наблюдать за морем и небом, обходить палубы, спускаться с масляным фонарем в трюмы, бдительно нести вахту, не спускать глаз с катушки магнитного компаса, подвозить и бросать в топку уголь, поливать маслом быстро мелькающие бока шатунов... Суровый, напряженный труд.

И — риск! Океан покорен лишь отчасти. Малейшая ошибка, например в определении глубины места, и — авария, а то и катастрофа. После каждого ураганного шторма Регистр судоходства Ллойда еле успевал оповещать судовладельцев и страховщиков о потерях. Иногда два-три дня бури-непогоды собирали «жатву» в десятки только больших кораблей и судов, не считая ботов, шхун, яхт, и не только потому, что корабли были недостаточно прочны и живучи, — они все еще были трудноуправляемы. Ведь надежное управление требует предвидения, правильных решений и немедленного их исполнения — точного и быстрого. А такие требования трудно было выполнить, потому что большинство кораблей имело ход в 8—9 узлов и поворачивалось на 90° за 2—3 минуты. И глубину места мерили ручным лотом (это груз на лотлине — тонком тросе).

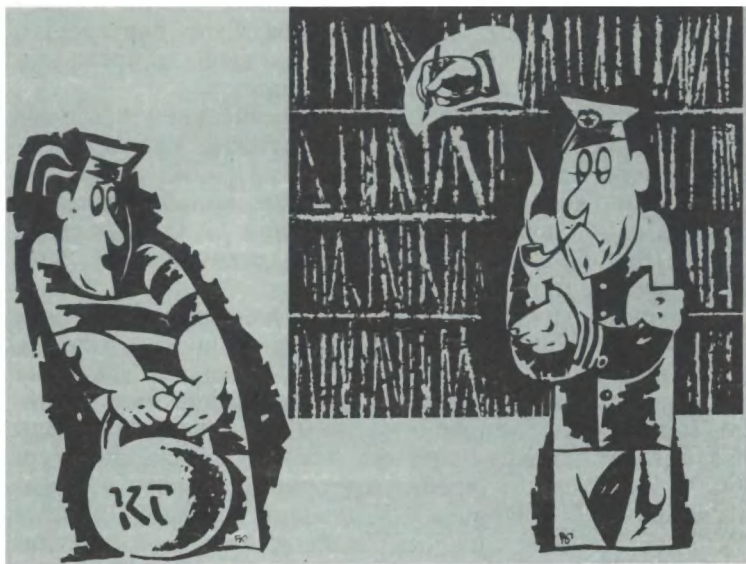
Прогресс и профессия

Прогресс в энергетическом обеспечении кораблей не соответствовал уровню и качеству управления ими. Оно целиком опиралось на человека. В XIX веке формируется и закрепляется новая профессия — инженер-кораблестроитель (она была введена указом Людовика XIV еще в 1689 году). В 1765 году в Париже открывается специальный колледж. Англичане подхватывают эстафету высшего кораблестроительного образования в 1811 году, американцы — в 1845, немцы — в 1861. Такое внимание к новой профессии объяснялось недостаточностью общего технического образования для решения множества специфических корабельных проблем и вопросов.

После отдельных разрозненных работ и исследований началось планомерное теоретическое обоснование кораблестроения. Фундамент его заложили Архимед, Герон Александрийский, Роджер Бэкон, Леонардо да Винчи, Галилео Галилей, Леонард Эйлер, Михаил Ломоносов. Особенно недоставало экспериментов. Началом новой эпохи следует считать постройку в 1872 году в Англии опытового бассейна. Его руководитель, знаменитый В. Фруд, начал опыты с моделями кораблей за 20 лет до постройки бассейна. Цель — определить закономерности



Любознательность и трудолюбие — ключ к знаниям.



«Знание — сила!» (Фрэнсис Бэкон).

взаимодействия элементов системы корабль — водная стихия. Научно-исследовательская работа в этой области быстро расширяла свои границы: в 1873 году создали бассейн голландцы, в 1889 году — итальянцы, в 1894 году — русские, в 1898 — американцы. Эксперименты привели к улучшению конструкции кораблей. Были разработаны новые формы носа и кормы, надстроек, поперечных сечений корпуса, изменена система разбиения корабля на водонепроницаемые отсеки, облегчены палубные подкрепления.

«Пенители моря»

Девятнадцатый век — время легендарных «чайных клиперов» — специальных парусных кораблей, доставляющих чай из Китая в Англию. Их было немного, зенит славы миновал быстро (за 10 лет), но прекрасный образ «пенителя моря» живет как некий романтический символ. Один из них развил под парусами скорость в 21 узел! Десять с лишним метров в секунду — так быстро летел (именно летел!) — с волны на волну тысяче-

тонный остроносый корабль, неся над собой белооблачную гору наполненных ветром парусов. С тех пор прошло более ста лет. А белооблачный клипер по-прежнему символизирует мечты о морях и походах.

Прошлый век заявил о себе и появлением кораблей и судов новых типов — рефрижераторов, кабелеукладчиков, морских буксиров, плавучих доков и кранов. А в самом конце века был создан корабль-ледокол. По идее и под руководством адмирала С. О. Макарова в 1894 году был построен «Ермак», сокрушавший льды без малого 70 лет.

Парусные грузовые суда со стальными корпусами были «в действии» до 20-х годов нашего столетия, но все же основная масса грузов в конце XIX века перевозилась на пароходах. К рубежу веков уже появились конкуренты паровой машины: в девяностые годы практически одновременно были созданы паровая турбина и двигатели внутреннего сгорания легкого и тяжелого топлива (бензиновый и дизель). И еще в начале XIX века на Неве явилось далекое будущее мореплавания — лодка-электроход Б. С. Якоби. В 1891 году Ламберт запатентовал подводные крылья — еще одна заявка в будущее. На корабли пришли электрическое освещение, принудительная вентиляция, резинотехнические изделия, системы пожаротушения. Очень многое дал кораблям и мореплаванию XIX век!

Новые автоматы

После тех, самых первых, — что было потом с автоматами? История автоматов — это, в некоторой степени, и история совершенствования управления кораблями. Конечно, самые первые автоматы не могли решить всех задач судостроения и мореплавания — и прежде всего потому, что они были механическими. Ведь для взаимодействия отдельных частей, деталей, узлов в механических автоматах необходимы непосредственные (механические) контакты с «соседями» (вспомните, как устроена зубчатая передача в часовом механизме).

Конструкция механических автоматов не позволяла им передавать воздействие на большое расстояние (соизмеримое с размерами судна). Следовательно, и возможности их были ограничены. Не следует, однако, считать, что чисто механические автоматы утратили свое значение. Никак нет! Всевозможные регуляторы

скорости вращения, прерыватели — механические. Все эти механизмы были изучены и сконструированы в течение последних 200 лет. И продолжают верно служить человеку — на паровых турбинах, дизелях, электростанциях, насосах.

Но совершенно другие возможности открывает для автоматов в первой половине XIX века новая отрасль знания — электротехника. Теперь уже можно обойтись без механических контактов для передачи воздействия на расстояния в десятки и сотни метров: достаточно проложить электрический проводник, присоединить к его концам источник, командоаппарат (тумблер) и исполнительный прибор (электромагнитный клапан) — и можно управлять, передавать, воздействовать!

Но не только в дальнодействии преимущества электротехнических устройств — в сотни раз возрастают скорость передачи сигналов, реакция исполнительных устройств. Силовые механизмы — приводы становятся компактнее и мощнее. Один источник энергии теперь в состоянии удовлетворить все потребности на корабле. А что нужно было делать раньше, когда энергоносителем был пар?!

Первые элементы электроавтоматики — соленоиды, электродвигатели, регуляторы, клапаны — были изобретены в течение каких-то 30 лет после появления фундаментальных трудов Фарадея. А к началу XX века на кораблях уже использовали дистанционное управление, электропривод и регуляторы напряжения в бортовой сети. Автоматы того времени — громоздкие, немногочисленные — были, конечно, какими-то «белыми воронами» на кораблях и судах, где царили паровые машины. Но уже тогда ученые и инженеры ясно видели, что дальнейший прогресс в судостроении и мореплавании будет целиком зависеть от успехов в совершенствовании управления механизмами машинами и самими кораблями и судами.

2

КАК УПРАВЛЯЮТ КОРАБЛЯМИ

*...Бодрых гребцов возбуждая, велел Телемах им скорее
Снасти устроить; ему повинясь, сосновую мачту
Подняли разом они и, глубоко в гнездо погрузивши,
В нем утвердили ее, а с боков натянули веревки;
Белый потом привязали ремнями плетеными парус;
Ветром наполнившись, он поднялся, и пурпурные волны звучно под килем
Потекшего в них корабля зашумели; он же бежал по волнам,
Разгребая себе в них дорогу...*

Гомер. Одиссея, песнь вторая



У кораблей и судов множество профессий. Одни перевозят грузы и пассажиров (например, грузовые, круизные суда, танкеры, лесовозы), другие выполняют различные технические работы (дноуглубительные, буровые, водолазные и другие суда). Всех дел, выполняемых кораблями и судами, не перечислишь — ведь они служат для разных целей. А реализация конкретной цели и поддержание режимов работы всех элементов корабля — это все задачи управления. Вот мы снова вернулись к этому термину.

Задача управления кораблем в море достаточно сложна, даже если представить его как точку, движущуюся в заданном направлении с определенной скоростью. А если посмотреть на корабль поближе, ведь эта «точка» имеет массу в десятки тысяч тонн, у нее тысячи механизмов и деталей, сотни километров кабелей и многое другое. В этом случае задача управления из очень сложной превратится в глобальную.

Рассмотрим конкретное судно — лихтеровоз. Это относительно новый тип судна. Он представляет собой этакий плавучий склад, на стеллажах которого покоятся «коробки» массой 500—1000 т. Каждая такая «коробка» — самоходное судно, называемое лихтером. Он в состоянии перевозить несколько сот тонн различных грузов — в контейнерах, пакетах, ящиках, навалом и даже жидких (в жестких или гибких контейнерах — оболочках). Лихтеры загружают у причалов, затем



Идея, теория, практика, быстрее, лучше — все это слилось воедино в понятие «управление кораблем».

буксируют к борту судна, вернее к его кормовому устройству, которое поднимает лихтеры и перемещает в трюм или на палубу — каждый лихтер на свое собст-



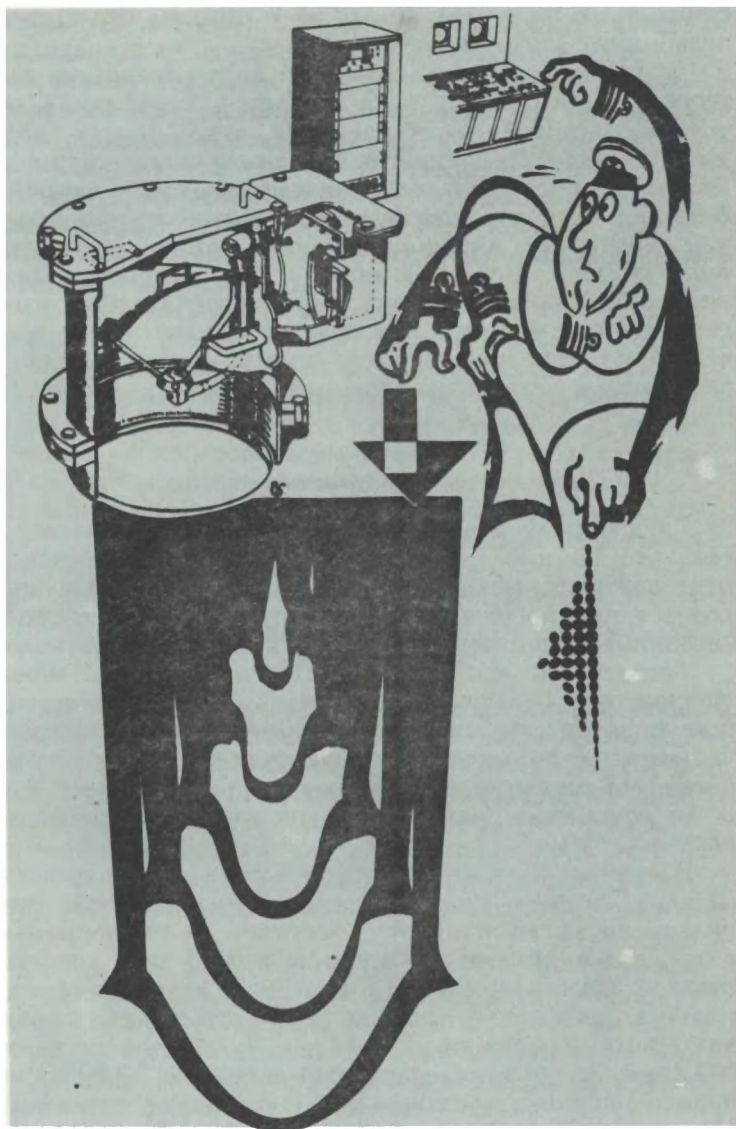
Лабиринт — это тоже модель управления (навигационная задача)

венное место. Прощальный гудок, и гигантское судно мчится к пункту назначения, возле которого выгружает лихтеры прямо в море, и они доставляют грузы к причалам (или просто к берегу, не имеющему причалов, — это одно из важных преимуществ лихтеровозов).

Попытаемся теперь представить, как таким исполином управляют? Перечислим основные операции управления, т. е. те задачи, которые надо решать. Вот они: подъем и спуск лихтеров; буксировка, швартовка и погрузка-разгрузка лихтеров на береговой базе; сдача и получение груза;

крепление грузов на лихтерах: пополнение запасов топлива, воды, смазочных масел; доставка и хранение продуктов питания для экипажа; мелкий ремонт, окраска; поддержание санитарного режима; выполнение таможенных правил — и еще многое другое.

Это все — частные цели и задачи управления. Главная цель — своевременная доставка грузов в порт назначения и в полной сохранности. Итак, есть главная цель и множество частных целей. Но ведь реализация каждой частной цели связана с решением задачи, которая может иметь множество условий. Так, например, буксировка лихтеров к пункту погрузки-разгрузки может выполняться буксирами, которые лихтеровоз возит с собой. Так надежнее и безопаснее — да и экономичнее. Ведь тогда можно обслуживать и те места на побережье, где нет своих буксиров. Значит, лихтеровоз превращается в судно-базу, которое должно управлять не только своими собственными действиями, но и еще целой эскадрой судов — самоходных (буксиры) и не-



Хорошо управлять — значит делать то, что надо, и вовремя.

самоходных (лихтеры). Впору на «старшем» судне иметь целый штаб управления!

И действительно, центральный пост управления лихтеровоза — это пункт, куда стекается информация, источники которой — «собственные» суда — могут находиться за десятки километров. И это помимо всего того, что составляет управление лихтеровозом как обычным большим судном! А ведь и этого очень много, вспомним: навигация, машины, пожарная безопасность, контроль грузов... Вот, оказывается, как непросто. Да и нельзя без иронии говорить, что в мореплавании что-то просто. Простых дел в нем практически нет. Чаще всего человеку в море приходится заниматься сложными, очень сложными и невероятно сложными делами.

Трудный вопрос и интуиция

Трудности управления судном усугубляются еще и тем, что помимо чисто технических операций (например, контроля режимов работы главных машин) приходится постоянно выполнять и операции особого рода, связанные с принятием решений в сложных ситуациях.

Согласитесь, что есть существенная разница между управлением в таких двух случаях: вахтенный помощник капитана лихтеровоза для уточнения места судна включает автоматический радиопеленгатор; он же за короткий промежуток времени неоднократно меняет курс и скорость судна при расхождении с тремя идущими наперерез судами.

В первом случае оценить действия вахтенного помощника можно, например, ответив на вопросы, правильно ли включен прибор, работает ли он нормально и так далее. На все эти вопросы можно дать короткий ответ — «да» или «нет». Во втором случае ситуация гораздо сложнее и прежде чем совершить маневр, вахтенный помощник должен взвесить варианты действия, т. е. смоделировать ситуацию. Здесь, например, возможна остановка судна с целью переждать, пока встречные суда удалятся на безопасное расстояние; но при остановке теряется много времени, не исключен снос судна течением в зону малых глубин. Выполнение же маневра расхождения при резком увеличении скорости даст выигрыш во времени. Однако, прежде чем пойти на этот шаг, вахтенный помощник

должен быть достаточно уверен, что судно не попадет в аварию. Таким образом, дать однозначный ответ на эти вопросы трудно. Выбор связан с оценкой выгод и потерь — короче, с риском. Следует отметить, что сама задача относится к так называемым «игровым». Прямое отношение к ней имеют интересные научные дисциплины: теория вероятностей, исследование операций, теория массового обслуживания, включающая теорию игр. Не будем рассматривать их подробно, ограничимся «жизненным» вариантом.

В сложных ситуациях, когда нельзя однозначно свести решения к ответу «да» — «нет» и сомнения остаются, последнее «слово» зачастую остается за интуицией. Ее называют по-разному, например, «шестым чувством». В общем, она представляет собой некий сплав жизненного опыта, знаний, способностей и характера человека. Не очень определенно, но что поделаешь! Судоводители — вольно или невольно — нередко ею пользуются. При этом, восстанавливая позднее ход дела, говорят: «Я считал, что так будет лучше».

Желания и действительность

Продолжим беседу об управлении кораблями и судами. Что же мы увидим, если окажемся на борту судна? Капитан (или его вахтенный помощник) находится в ходовой рубке. Туда стекаются все сведения о судне и ситуации вокруг него — ближней и дальней. Капитан отдает команды членам экипажа, стоящим на вахте. Они, в свою очередь, эти команды превращают в изменения режимов работы машин, механизмов и систем судна.

Если бы речь шла о сухогрузном судне, построенном лет сорок назад, то сказанное можно было бы принять за основу нашей беседы, но сегодня это уже не соответствует действительности. За эти десятилетия выросли корабли и суда, увеличились их размеры, грузоподъемность, скорость. Невозможно стало управлять ими по старинке. Согласитесь, что управлять судном длиной 200 метров с помощью «переклички» — передачи команд и сигналов по цепочке человек — человек просто невозможно. Противоречие между мощностью машин, размерами кораблей и возможностями человеческого управления ими выявилось очень давно. Вспомним тра-

гедию лайнера «Титаник» в 1912 году. Впередсмотрящий заметил, что лайнер сближается с айсбергом и сообщил об этом на мостик. Поскольку процедура передачи команд продолжалась достаточно долго, лайнер не успел уйти от надвигающейся опасности и распорол себе борт (длина пробоины оказалась около 100 метров).

Что же нового появилось в управлении кораблями и судами за последние сорок лет и что дало толчок к появлению этого нового?

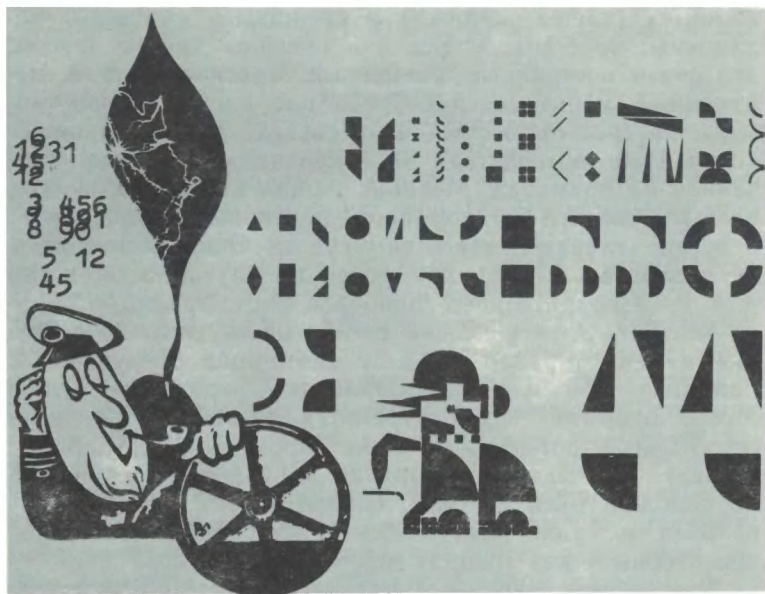
Ход королевой

Самые важные изменения произошли вначале в самом человеке, вернее, в его знаниях. В первое послевоенное десятилетие зародилась новая наука об управлении, получившая звучное название — кибернетика. Ее основатель американский ученый-математик Норберт Винер. Возникновение кибернетики как самостоятельной науки связано с созданием в 40-х годах вычислительной техники. Ведь именно в первое послевоенное десятилетие получили широкое распространение электронные вычислительные машины (ЭВМ). Они-то и стали технической базой, позволившей позднее создать автоматизированные системы управления на кораблях на основе кибернетических методов и принципов.

Кибернетика быстро проникла практически во все отрасли техники. Ее влияние ощущается теперь и в управлении космическими объектами, и в авиации, и на заводах, фабриках, и в научных лабораториях. Само слово «кибернетика» произошло от греческого «кибернетике», что означает искусство управления. Кибернетика — это наука об общих законах получения, хранения, передачи и переработки информации.

Информация в Ваших руках

Вот опять появился новый термин — «информация». Что такое информация? Вопрос может показаться наивным, ведь это слово нам хорошо знакомо и мы вкладываем в него определенный смысл. На самом деле, вопрос не такой уж простой. Ограничимся определением, которое поможет понять принципы управления кораблем: информация — это сведения, каждое из которых является описанием свойств какого-либо объекта принятым в данной системе языком. Сведения сущест-



Абстрактные образы приводят в управлении к конкретным результатам.

вуют в форме сигнала (например, звук, электрический импульс).

Кибернетика объединяет ряд самостоятельных научных направлений: теорию информации, теорию автоматов, теорию алгоритмов, исследование операций, теорию оптимального управления, теорию распознавания образов. Объекты исследования кибернетики — так называемые кибернетические системы. Вообще любую совокупность так или иначе связанных элементов, деталей можно назвать системой. Кибернетическая система представляет собой множество взаимосвязанных элементов, способных воспринимать, запоминать и изменять (перерабатывать, обрабатывать) информацию, а также обмениваться ею. Примеры кибернетических систем — автоматические регуляторы, ЭВМ, человеческий мозг, системы управления современных судов.

Система и вероятность

Посмотрим теперь, что составляет систему управления судном: в ней имеется две категории элементов —

«живые» (члены экипажа) и «неживые» (машины, механизмы, приборы...). Все они связаны друг с другом, эти связи постоянные, временные, жесткие, слабые, неизменные, меняющиеся... Среди них нас в данный момент интересует особый вид связей, так называемые «случайные воздействия и изменения». Поясним сказанное на примерах. Механик нажал кнопку на пульте, чтобы привести с помощью различных приборов в действие главный двигатель судна. Однако двигатель не заработал. Произошла досадная случайность: в одном из исполнительных приборов от вибрации отпаялся контакт. Электрический сигнал из-за этого не поступил в цепь управления. Еще один пример: рулевой с помощью манипулятора управляет поворотом судна. Море штормит, ветер стремится помешать повороту («противный ветер» — от слов «против», «противодействие»). Учитывая его влияние на судно, рулевой резко положил руль на борт, однако в этот момент ветер ослабел и судно выкатилось в сторону от заданной траектории — как говорят моряки, «рыскнуло».

Что же это такое — случайное явление? Прежде всего скажем — изучает эти явления теория вероятностей. Случайным по этой теории называют явление, относительно которого в данных условиях можно сказать следующее: возможно, оно произойдет, а возможно, и нет. Возможность наступления того или иного исхода («Будет» — «Не будет», «Да» — «Нет») оценивают вероятностью — количественной мерой, определяющей эту возможность. Выводы теории вероятностей используются и в управлении: ведь оно, как мы уже убедились, тоже зависит от случайностей.

Атлантов должно быть двое

Но кто же согласится управлять системой, которая полностью зависит от случайностей? Трудно будет ожидать от такой системы пользы: возьмет да вдруг и не сработает. Как же быть? Есть много способов повысить надежность управления (надежность — это требование непрерывности правильной работы системы управления). Один из них — дублирование элементов.

Оно применяется тогда, когда это действительно нужно. Определяет это конструктор, оценивая общую полезность и целесообразность дублирования элементов

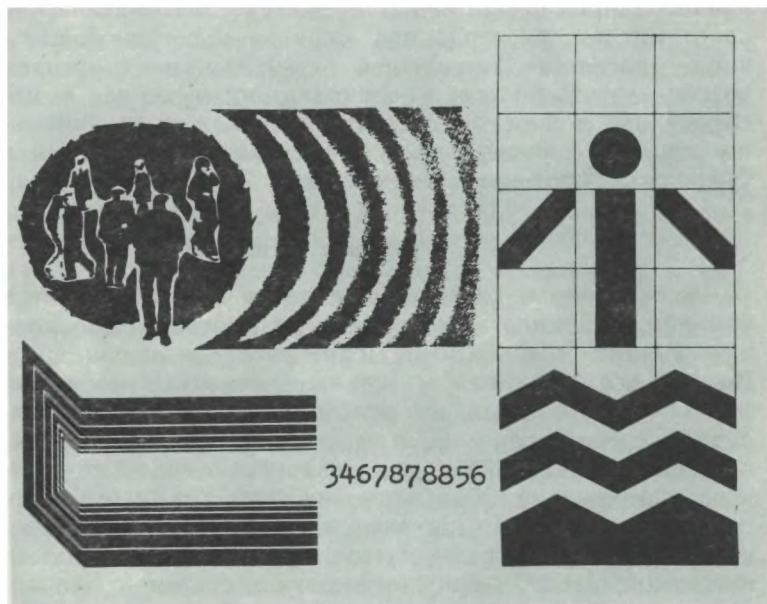
системы управления после многочисленных расчетов — стоимости, вероятности отказа и прочих факторов.

Иерархия с обратной связью

Система управления судном представляет собой иерархическое объединение «живых» и «неживых» элементов, имеющих различное функциональное назначение. Иерархическое — это значит, что в системе есть «старшие» и «младшие» элементы. Различаются они тем, что «старшие» вырабатывают решения (команды), а «младшие» их исполняют. Вполне естественно, что в сложной системе это деление не такое простое.

В нашей системе главным «элементом» — старшим среди старших является капитан (или вахтенный помощник капитана).

Часть «самых младших» — это исполнительные органы (механизмы) на объектах управления, например переключатель направления поворота пера руля на электрогидравлическом приводе рулевой машины. А от



Один в «поле управления» кораблем — не воин.

положения пера руля зависит положение судна: оно поворачивает на новый курс под воздействием управляющего усилия, возникающего на пере руля.

Система управления современным судном (а она является кибернетической системой) включает несколько подсистем: датчики информации, каналы связи, решающие звенья, средства воздействия на само судно и на среду (объекты) вокруг него (исполнительные механизмы и устройства). В решающих звеньях происходит преобразование информации — сообщений, их представление (предъявление) человеку, формирование под его руководством и при его участии решений в виде команд, если нужно — запоминание сообщений в течение заданного времени.

Остановимся на нескольких интересных моментах. Самый первый, он же самый важный: в системе управления ведущим является принцип обратной связи. На этом принципе основаны все кибернетические системы. Обратная связь — это воздействие результатов функционирования системы на характер этого функционирования. Надо сказать, что человек издавна пользовался этим принципом — отчасти интуитивно, отчасти осознанно. Например, сотни лет существует автоматический регулятор подачи зерна под жернова в ветряной мельнице — потрясок. Усиливался ветер, быстрее крутился ветряк — этот автомат увеличивал поток зерна, и наоборот. Но полное осознание значения и роли принципа обратной связи пришло в последние десятилетия в связи со становлением кибернетики.

Внимание: решайте!

Прежде чем в системе управления судном появится команда, например «Руль право на борт!», кто-то должен команду выработать. Делает это командоаппарат. Но это все «неживая материя» — манипулятор, канал связи, переключатель на рулевой машине, перо руля, водная среда, судно. В этой системе команда возникнуть сама по себе не может — за исключением ее ложного срабатывания под влиянием уже знакомого «господина случая». До появления в системе управления команды (а команда — это один из видов описанных выше сообщений, циркулирующих в системе управления) должно быть принято решение об изменении курса. Принимает решение капитан, стоящий на высшем

уровне управления. Будем впредь называть капитана или другого руководителя, наделенного правом принимать решения, оператором. Так принято в кибернетике.

Особую сложность управлению судном придает необходимость не только быстро принимать решения, но и мгновенно оценивать результаты их осуществления. В распоряжении оператора много информации, но для полной оценки ситуации и предсказания ее изменения нужно еще больше. Нужна вся информация! Но, во-первых, это просто невозможно, а во-вторых, такой объем сведений не удастся быстро «переварить», свести к ограниченному, постоянному числу оценок. Значит — опять риск? Да! Другого пути нет. Решения в реальных случаях принимаются при нехватке (дефиците) информации и времени на ее оценку. Тем не менее, требование «не ошибись!» остается в силе. И откладывать решение нельзя: ведь отсрочка означает, что в системе продолжает действовать предыдущее, уже неверное решение!

Искусство нуждается в талантах

Принятие решения — не только наука (то есть то, чему можно научить), но и искусство (конечно, в узком смысле этого слова, то есть высокая степень мастерства в любой сфере деятельности человека). А в искусстве роль обучения — вторая после способностей самого человека, которыми он наделен от природы. Короче, нужны таланты! Поиск этих талантов ведут многие организации и отдельные люди. Ищут в учебных заведениях и непосредственно на рабочих местах. Ищут, конечно, не «готовый продукт», а «полуфабрикаты», чтобы упорными занятиями подготовить тех самых операторов, без которых любая система управления судном всего лишь «неживая материя».

От оператора, особенно от стоящего на самой вершине иерархии управления судном, требуется очень многое. Помимо знаний нужен еще характер, проявляющийся в способности действовать в экстремальных случаях — шторм, оказание помощи, авария... Но и этого мало: ведь надо не просто действовать, а действовать правильно, наилучшим образом, в непредсказуемой обстановке, когда нет времени задуматься и нельзя ошибиться! Жесткие требования. Но сам факт в

основном безаварийного и стабильного мореплавания — доказательство того, что таланты есть, найдены, «стоят» у пульта управления. Хотя бывает всякое, в том числе и самое худшее... Но редко, вероятность таких исходов мала, а противостоящая ей надежность управления велика. И будет повышаться.

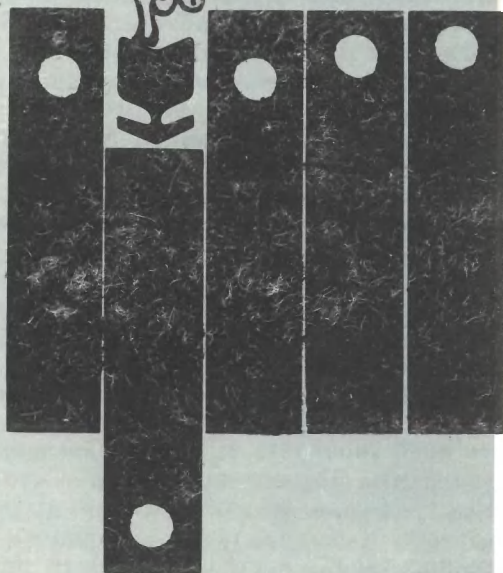
Он впереди всех

Прежде чем дать, например, команду «Стоп машины. Право на борт» капитан должен мгновенно оценить ситуацию: сопоставить данные о ветре, волнении, глубине места под килем, скорости и направлении движения судна, кроме того, представить себе состояние всех машин, приборов и механизмов судна, степень их готовности, учесть качества членов экипажа, несущих вахту, а также предвидеть, что будет через секунды, минуты, часы, сутки. За плечами капитана в момент принятия решения — судьбы и жизни людей, государственные интересы и еще множество других проблем. Ошибаться капитану нельзя.

Принимая решение о маневре, капитан (главный оператор) сообщает команду подчиненным. Теперь его задача — проконтролировать выполнение, оценивая промежуточные и конечные результаты. И при этом он должен быть готов пересмотреть решение: ведь в любой момент может возникнуть непредвиденная ситуация, из которой надо найти выход — лучший и за кратчайшее время.

Один для всех... и все для одного

Теперь пора рассказать и о помощниках оператора — «неживой материи» кибернетических систем, о которой мы уже упоминали. Ведь не один же он перед лицом стихии и случайностей, вооруженный интуицией? Так было когда-то. Сейчас рядом с оператором находится три основных вида технических средств (они и составляют решающее звено системы управления — вместе с оператором, конечно): первые представляют ему сведения (это табло, индикаторы, сигнализаторы и прочее), вторые воспринимают и передают команды (это командоаппараты — кнопки, рукоятки, манипуляторы и т. п.), а вот с третьими мы сейчас познакомимся. Они объеди-



нены под названием «управляющие машины». Их функции — в простых случаях самостоятельно управлять подчиненными системами или отдельными элементами систем, а в сложных — помогать оператору в принятии решений, например «подсказывая» ему варианты, из которых можно выбрать лучший. Как можно представить себе устройство и работу таких машин? В принципе, это те же вычислительные машины (ЭВМ), но их задача, в отличие от «родителей» (произошли-то управляющие машины от вычислительных), заключается не в вычислении по программе какого-то результата, а в выработке команд.

Для того чтобы выработать команду, в управляющую машину вводят программу — систему последовательных условий и правил работы. Последовательных в том смысле, что одни условия и правила нужно выполнять в начале работы, другие — в середине и так далее. Особое устройство (оно называется устройством управления и действительно управляет — но только работой самой машины) переводит операции, записанные в программе, на язык машины. Этот язык представляет собой последовательность электрических сигналов. В двоичном коде (так называют машинный язык) программа выглядит, скажем, так: 10110010101000111... При этом 1 соответствует наличию сигнала, а 0 — его отсутствию. Очень удобно! Поэтому двоичный код — самый распространенный в вычислительной и управляющей технике. Хотя, конечно, есть и другие языки.

Чтобы машина работала, нужно три вещи: программа, начальные условия и энергия (чаще всего электрическая, хотя есть пневматические, механические и даже тепловые вычислительные и управляющие машины).

Модели и программы

С энергией все ясно. Начальные условия тоже вполне понятны. Это сведения о состояниях элементов, которыми надо управлять, и об ограничениях, при которых надо управлять. Но вот программа — что в ней заключено? Не случайная же это система действий?! Конечно, не случайная. Составлению программы предшествует моделирование — построение образа процесса управления. Моделирование какого-либо явления (а управление судном — это явление, состоящее из элементарных собы-

тий) есть изучение явления, подобного явлению-оригиналу. Специальная наука — теория подобия — указывает, какими должны быть свойства модели и условия ее использования, как обращаться с полученными на модели результатами, чтобы в конце концов можно было с уверенностью сказать: «Да, наша модель соответствует реальному явлению».

Модель нужна для того, чтобы глубоко и всесторонне изучить моделируемый объект — корабль. Не сам по себе, как конструкцию, устройство, а как динамическую систему, определенным образом взаимодействующую с внешней средой — морем, океаном. Если хорошо узнать поведение корабля в различных ситуациях, то это знание можно изложить на машинном языке в виде программы.

И когда возникает ранее изученная ситуация, то стоит только найти соответствующую программу, сообщить машине — ввести в нее конкретные значения факторов, влияющих на ситуацию (скажем, курс, скорость судна, направление и силу ветра и волнения), дать указание о начале работы, — и на выходе машины появятся команды, которые исполняют механизмы корабля в строгом соответствии с целью и заданными условиями. Так, например, работает одна из довольно простых (по сегодняшним меркам, конечно!) управляющих машин — авторулевой. Вот мы и вернулись к автоматам!

Таким образом, помощь оператору заключается в автоматизации хотя бы некоторых его функций, передаче их управляющим машинам, замене некоторых видов деятельности человека надежной машиной. Ведь человек ошибается, устает, у разных людей разная производительность труда. Словом, человек-оператор такой разный и такой противоречивый. А вот машина — это совсем другое дело! Ее можно сделать очень надежной, она всегда в одном и том же состоянии («настроении»), готова к немедленной работе, практически не ошибается. Очень много у машины преимуществ в сравнении с человеком.

Но как это все не просто!.. Для управляющей машины нужна программа. Без нее машина действовать не может. А как запрограммировать то, чего еще не знаем? Ведь модель, на основе которой готовится программа, должна соответствовать объекту управления во всех ситуациях и во все моменты времени. Нельзя

оставить ни одного «белого пятна»! Иначе в некоторых случаях судно окажется неуправляемым. И тогда... Тогда может случиться беда.

Создать такую макси-модель пока еще не удалось. Потому что и само судно — очень сложный объект, и ситуации, в которых оно может оказаться, — не проще. Всего не предусмотреть. А раз нельзя предвидеть и оценить всех возможных состояний судна, среды и системы судно плюс среда, то и модели на все случаи жизни не создать и программу — не составить.

Форс-мажор

Да и там, где есть модель и составлена программа, без человека-оператора не обойтись. А аварийные ситуации? Ошибки управления? Наконец, события, которые эксперты, изучающие аварии и катастрофы, называют «форс-мажор» (когда аварии или катастрофы не могли быть предотвращены, хотя сами системы управления действовали безупречно)? Тут уж опять дело за оператором. Он должен быть рядом, видеть, знать, уметь. С него все равно главный спрос.

Что может человек

Оператор ошибается — но не только исправляет ошибки, но и учится на них. Машина же действует в узких рамках программы. Для нее окружающий мир, среда — постоянны, определены раз и навсегда. А если ситуация хотя бы немножко вышла за рамки предусмотренного, тогда машина «садится на мель». Наглядный пример: для того чтобы пройти на станцию метрополитена, Вы должны опустить в приемное окно автоматического контролера пятак. Попробуйте опустите гривенник. Автомат Вас не пропустит! А ведь Вы не хотите проскользнуть бесплатно, даже переплатили в два раза! Но автомат такую простую задачу не решает. Она выходит за рамки заданной ему программы.

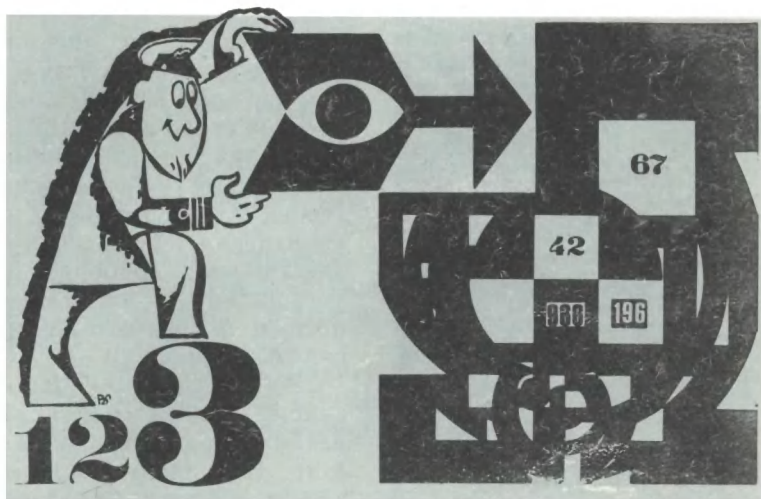
В случае управления судном дело намного сложнее. Соответственно сложнее и поведение автомата, его устройство, программа. Но это сложное сооружение будет столь же беспомощно перед новой задачей, как и автомат в метро. И сегодня только человек-оператор может приспособляться к непредсказуемому изменению условий управления, а вот машины пока не могут. Конечно,

это временное явление. О перспективах в управлении мы расскажем позже.

Что могут машины

Итак, автоматы начали помогать управлять судном. Пока они не решают общей задачи управления, а представляют собой ряд подсистем. Например, на судах советского торгового и промыслового флотов работают десятки систем автоматического управления главными машинами, энергообеспечением, поддержанием в норме свойств груза (например, нуждающегося в охлаждении), обработкой рыбной продукции и прочее. Не говоря уже об авторулевых — они есть практически на всех судах среднего и большого водоизмещения, да и на многих малых судах.

Внедрение управляющих машин позволило улучшить условия работы моряков, сократить численность экипажа, повысить качество управления, вследствие чего сократилось потребление топлива, выросли межремонтные сроки работы механизмов и машин. Управляющие машины берут на себя счисление пути, определение места судна по данным навигационных спутников Земли, наблюдение за состоянием здоровья вахтенных спе-



Все, что поддается исчислению, передают машинам.

циалистов. Сейчас уже непросто даже перечислить все те «добрые дела», которые машины выполняют на судах.

Друг-робот

Слово «робот» известно, пожалуй, всем. А ведь оно относительно молодое. Придумал его чешский писатель Карел Чапек. Роботом называют автомат, заменяющий человека при выполнении особо сложных по условиям, опасных или тяжелых работ. Например, необходимо заглушить поток газа, бьющий из скважины на дне моря. Видимости нет, сильнейшие вихревые течения, вызванные рвущимся из скважины газом... И вот появляется самоходное устройство с захватами, подводит к устью скважины заглушку, устанавливает ее и закрепляет. И напрасно вокруг бушует газоводяной ураган: роботу-ремонтнику он не страшен!

Нужда в механических помощниках на производстве была всегда. Мечтали о них и мореплаватели. В самом



деле, кто бы отказался от механизма, самостоятельно и аккуратно перемещающего ящики с консервами из вагона железнодорожного состава прямо в трюм, да еще и укладывающего их в нужном порядке? Изобретение роботов стало возможным благодаря достижениям технической кибернетики, теорий информации и управления, новым микроэлектронным приборам и устройствам, малогабаритным и высокоточным силовым приводам.

Роботизация — важнейшее направление развития народного хозяйства. В ближайшие 10—15 лет роботы и их младшие братья — манипуля-

Друг-робот.

торы (это роботы, обслуживающие станки и конвейеры) появятся на большинстве заводов и фабрик нашей страны, для того чтобы разгрузить рабочих от тяжелого и малопродуктивного труда.

Какие же бывают роботы? Что они делают и что могут сделать для мореплавания и судостроения? Прежде чем ответить на эти вопросы, скажем еще несколько слов об автоматизации, потому что роботизация — только одно из многих направлений развития автоматизации.

Автоматы, программа, алгоритм

В основе автоматизации, как Вы уже знаете, лежит принцип программирования. Еще до конструирования любого автомата надо точно определить его действия и как он будет их выполнять, чтобы потом не возникла необходимость «дополнять» эти действия разумом и руками человека. Такие требования вполне возможно удовлетворить, если речь идет, например, о погрузке-разгрузке: стандартный вагон, в нем в заведенном порядке уложены уже упомянутые ящики с консервами. На одном и том же расстоянии от вагона размещен ленточный транспортер. У его противоположного конца — открытый трюм судна, в котором ящики ставятся также в строгом порядке. Между транспортером и трюмом находится робот. Такая неизменная система условий, в которых будет работать робот — автоматический погрузчик, позволяет сделать его надежным и относительно недорогим.

А в чем, собственно, дело? В жесткой программе. Такая программа реализуется простыми алгоритмами¹; в ней все действия и переходы между ними находятся в постоянном, неизменном порядке. Это выглядит, скажем, так: захват опускается на ящик сверху — лапы сходятся — ящик отрывается от поддона — поворот на 90°.... И так далее.

Но не только роботы-грузчики должны нас интересовать. В порту, на заводе и на судне есть много дел и для других автоматов-роботов. Так, представляется

¹Алгоритм — набор правил, позволяющих чисто механически решать любую задачу из некоторого класса однотипных задач (например, алгоритм извлечения квадратного корня из числа).

весьма широкой область применения роботов с дистанционным управлением, например для выполнения операций, которые трудно или невозможно автоматизировать. Человек-оператор наблюдает, скажем, на телевизионном экране объекты и с помощью командоаппаратов (кнопок, рычагов, тумблеров) управляет роботом. Нетрудно также представить такую картину на ледоколе с атомной энергетической установкой. Именно в реакторном отсеке используют дистанционно управляемую машину для замены отработанных тепловыделяющих элементов.

Роботы с дистанционным управлением схожи с так называемыми промышленными роботами, иначе — манипуляторами. Область их применения особенно широка на судостроительных заводах и в портах. Конечно, нужны они и на самом судне — в трюме, в реакторном отсеке, при заделке пробоины в подводной части корпуса.

Их уже три поколения

Принято говорить о трех поколениях промышленных роботов. Разделение ведется в зависимости от типа систем управления. Первое поколение мы уже отчасти описали — это роботы с жестким программным управлением. Они делают свое дело «от и до»: только то, что заложено в программе. Второе поколение — адаптивные роботы. Эти роботы обладают гибкостью, позволяющей решать более широкий круг задач. Роботы третьего поколения содержат системы управления, имитирующие человеческий интеллект. Они наделены «чувствами» — датчиками формы, цвета, массы и другими. Информация от датчиков обрабатывается на ЭВМ, причем робот «узнает» объекты, с которыми должен работать, «следит» за их состоянием, «проверяет» результаты.

Особо интересно развитие управляющих центров роботов. Роботы первого поколения, как мы уже говорили, плохо приспособлены к перестройке. Но они же имеют важные достоинства! Значит, надо продолжать поиск путей оптимизации этих роботов. Помимо взаимного приспособления собственно механической части робота (захватов, приводов и прочего) и груза (если речь идет о роботе-грузчике) можно ведь сделать сменное программное устройство: при смене груза и условий его обработки оператор вынимает кассету с одной программой и вставляет на ее место кассету с другой программой,

для которой новый груз — «старый знакомый». Такой робот, конечно, сложнее и дороже жесткопрограммного, но все же не настолько, насколько робот второго поколения.

У второго поколения роботов есть отдельные свойства и способности как первого, так и третьего поколений. Так, в них используют адаптацию к изменению условий работы, включающую элементы программного управления. В то же время в таких роботах уже используют «чувствующие» системы, реагирующие, например, на изменение положения обрабатываемого объекта. Третье поколение роботов обладает способностью автономной (самостоятельной) работы в изменяющейся обстановке.

Описанный ранее робот-ремонтник может быть выполнен на уровне любого из поколений:

в первом случае он установлен постоянно возле устья скважины и «ожидает своего часа», то есть аварийной ситуации, при возникновении которой по команде с поста управления немедленно перекрывает скважину;

во втором случае робот обслуживает несколько рядом расположенных скважин, перемещаясь по монорельсовому пути, причем перемещение происходит уже не по команде оператора, а при срабатывании собственного, скажем, акустического, датчика (вырвавшийся из скважины поток газа создает очень сильный шум), после чего робот «поступает» так же, как и в первом случае;

робот-«интеллектуал» (третье поколение) может наблюдать за порядком уже на целом промысле и, при необходимости, самостоятельно приближаться к аварийной скважине и заглушать ее, используя разнообразные инструменты.

При создании такого робота нужно решать очень много сложных задач, подобных задачам автоматизированного управления судном: навигация, безопасность (своя и окружающих объектов) и так далее. Естественно, и сама такая система управления будет очень сложной.

Хорошие руки

Для роботов весьма важно совершенство их рабочих органов — толкателей, дозаторов, захватов, присосок и всего прочего, чем они воздействуют на обрабатываемые (обслуживаемые) объекты. Все механизмы робота приводятся в действие источником силы — приводом. Приводы бывают самые разные — гидравлические, электри-

ческие, пневматические, электромагнитные, гравитационные.

Проектировщик средств автоматизации должен решать и такой интересный вопрос: должен ли робот (вернее, его активная механическая часть) копировать человека, или же надо искать иные пути их совершенствования. Сложный вопрос, по-видимому, не имеющий однозначного ответа. Скажем так: для автомата, работающего в стесненном пространстве с объектами, требующими осторожного и точного захвата и перемещения, целесообразна попытка копирования (имитации) движений человеческой руки — плавных, гибких, точных. Подобная «искусственная рука» будет, конечно, весьма сложным и дорогостоящим изделием. Но вот контейнер вряд ли целесообразно брать и перемещать с особой «нежностью»: будет достаточно, если захват манипулятора не повредит его. Погрузку можно вести резкими, угловатыми движениями, для осуществления которых подойдут простые, надежные и недорогие приводы и силовые механизмы.

Новые друзья

Еще недавно весьма остро стоял вопрос о создании малогабаритных и приемлемых по стоимости блоков управления роботами. Раньше даже для робота второго поколения ввиду сложности программы его работы и необходимости ее периодического изменения (с целью адаптации) нужно было не просто программное устройство, а целая ЭВМ. А это делало роботов очень дорогостоящими изделиями. Поэтому с такой радостью были встречены создателями робототехники новые достижения электроники — микропроцессоры и мини-ЭВМ. Они представляют собой весьма совершенные вычислительные устройства с блоками памяти, ввода и вывода информации, выполняемые на одной кремниевой пластинке размером в среднем 10 квадратных сантиметров.

В состав микропроцессора входят как бы сотни и тысячи деталей, узлов и проводников, и все это изготавливается автоматическими устройствами в процессе поточного производства. Поэтому стоимость мини-ЭВМ в десятки раз меньше, чем равной ей по возможности большой ЭВМ. Надежная и дешевая массовая микроэлектроника резко изменила отношение к автоматизации управления судами и их постройки: станки с числовым

программным управлением (ЧПУ), блоки и целые системы управления сейчас уже не являются какой-то редкой «экзотикой». Настал век автоматов!

Для роботов, используемых непосредственно на кораблях и судах, вполне возможна централизация управления. Ее можно представить в виде большой ЭВМ, установленной в центральном посту судна. Эта машина управляет основными характеристиками всех роботов, размещенных в трюмах, отсеках, машинном отделении, задает им режим работы, следит за обстановкой в рабочем помещении, где установлен робот. Кроме того, каждый робот имеет свой собственный блок управления: ему поручено руководство «мелочами» — выработка конкретных команд для захватов, перемещения самого робота, груза и прочего. Такое распределенное управление весьма характерно для современного подхода к автоматизации вообще. Оно, конечно, не так уж просто и дешево, но зато имеет ряд преимуществ, среди которых главными являются высокая надежность управления (ведь робот не теряет полностью способности действовать при неисправности собственного блока управления) и широкие возможности изменения режима работы (за счет объема памяти и высокой скорости обработки информации в большой ЭВМ).

Роботы в нашей жизни

Не надо видеть в роботах только технические средства, пусть и весьма совершенные. Значение роботов, как и автоматизации вообще, гораздо шире: их появление и распространение — социально-экономический фактор, изменяющий жизнь многих людей, а после массового вторжения роботов в производство — и жизнь общества в целом.

Роботизация является важнейшим средством повышения производительности и качества труда. Совершенствуя технику, человек, таким образом, совершенствует среду обитания, в конечном счете, совершенствует самого себя. Освобождение человека от выполнения работ «машинного» (то есть циклического, повторяющегося) характера, передача их роботам, рост вследствие этого культуры производства — все это полностью отвечает самой сущности нашего социалистического строя, служит делу построения коммунизма.

3

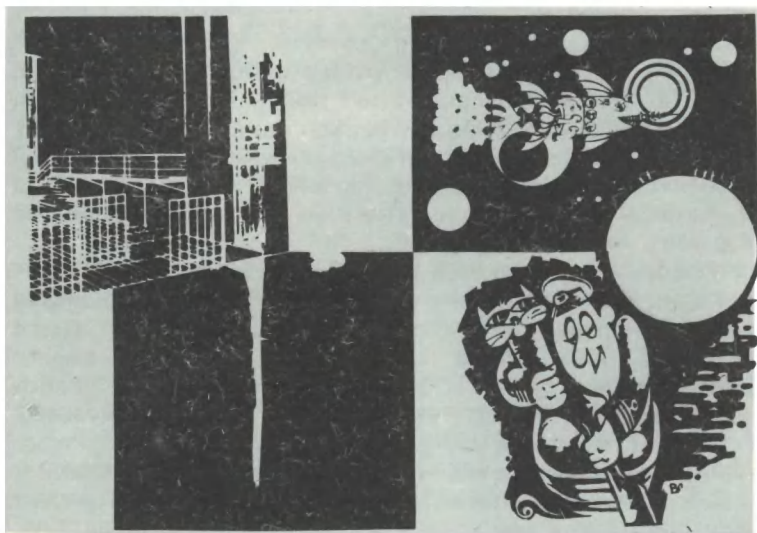
ВОТ ТАК СТРОЯТ КОРАБЛИ

*...И видел то, что будет сниться
Ему отныне день и ночь:
Корабль, летящий словно птица,
И берег, отходящий прочь.*

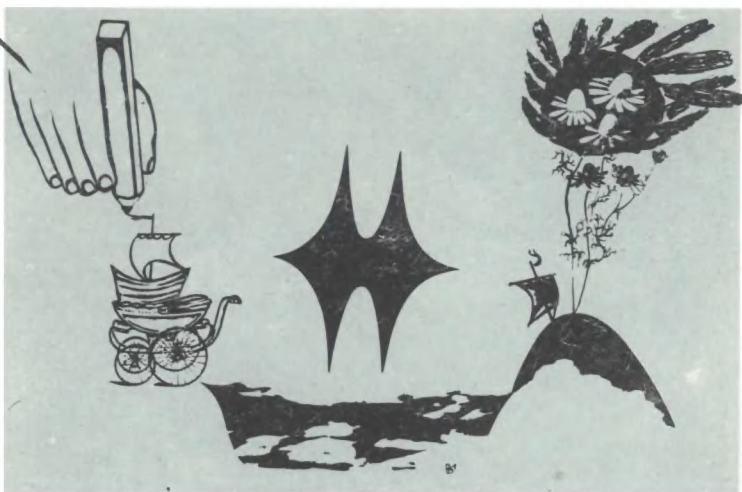
А. Лебедев. Порыв.



Корабли покорили океаны, проникли в его глубины. В честь победителей земного океана кораблями называют и технические средства освоения иных пространств — воздушных и космических. Но корабль — не просто техническое средство, выполняющее работы в море. Корабль — это дом, в котором экипаж корабля работает



На воде, под водой, в космосе... Это многозначное слово — корабль!

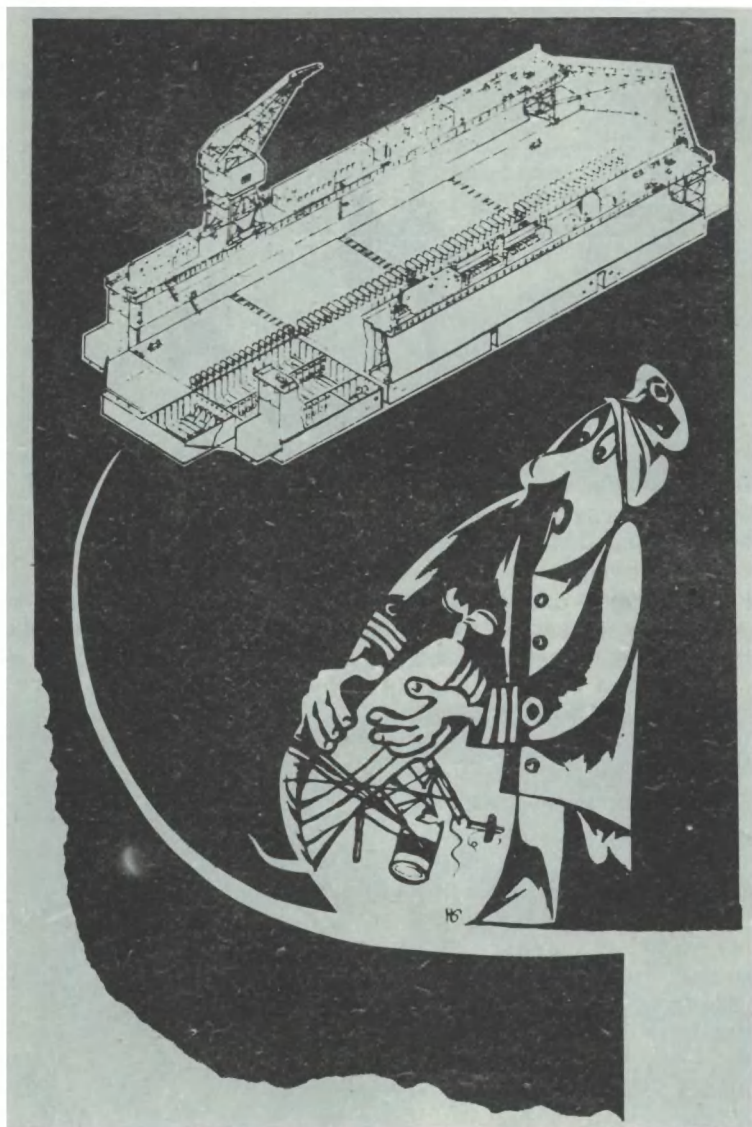


Как и человек, корабль имеет свой жизненный цикл — от рождения до смерти.

и отдыхает — словом, живет. Ведь рейсы бывают длительными: недели, а то и месяцы моряки не сходят на берег. Живет одной жизнью с морями и корабль, и в жизни его есть праздники и будни, трагические и героические события. У него, как у человека, своя судьба, свое дело. Есть такое понятие — жизненный цикл корабля. Он включает последовательные этапы: проект, постройку (рождение корабля), эксплуатацию, ремонты, разборку на металлолом (смерть!). Но вначале возникает замысел, представление о будущем корабле. Его выражают в технико-экономическом обосновании и техническом задании на проектирование и постройку. В первом документе доказывается необходимость постройки, причем



Что нам стоит корабль построить?!



Если боится человек — его лечат, если боится корабль — его ремонтируют.

дается оценка всех основных свойств корабля, а во втором исходя из назначения корабля перечисляют все основные требования к нему, конкретизируют работы, которые он будет выполнять, в каком объеме, при каких условиях и многое другое. Но бывает, и нередко, что необходимость в судне определенного типа выявляется без подробного обоснования его качеств.

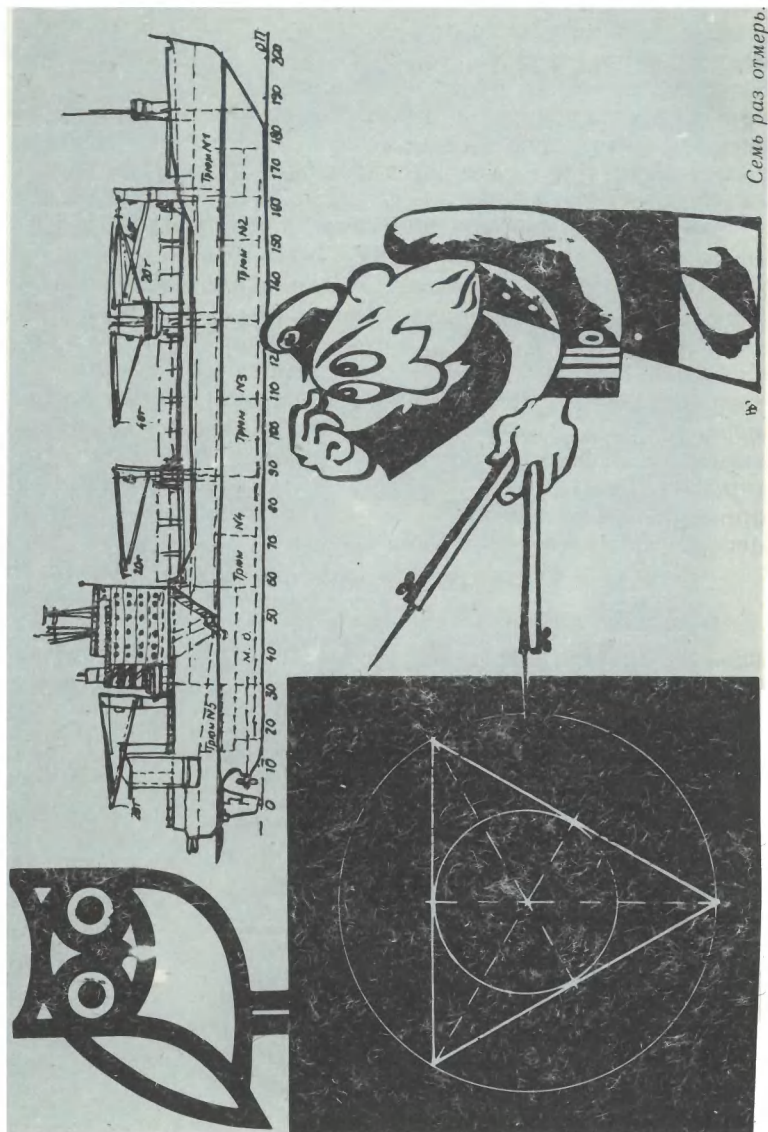
Техническое задание поступает в проектно-конструкторскую организацию. Обычно это — специализированное конструкторское бюро. Специализированное в том отношении, что проектирует не вообще все и всякие корабли и суда, а определенный их вид, тип или класс. Скажем, есть организации, проектирующие только сухогрузные суда или только промысловые, добывающие морепродукты. Специализация позволяет использовать высококвалифицированных специалистов — конструкторов и технологов, иметь их в достаточном количестве, применять типовые технические решения, ускорять процесс проектирования.

Фантазия и документы

Проектов корабля обычно несколько, они следуют один за другим, отличаясь степенью разработки и объемом. Самый первый из них — эскизный проект. До его окончания решение о строительстве не принимается, потому что эскизное проектирование, в процессе которого прорисовывается «лицо» будущего корабля, может привести к необходимости изменения технического задания — вплоть до его отмены. Эскизный проект содержит все новые технические решения и перечень используемых (серийных) узлов, машин, приборов и т. д. Выбирают завод-строи-



Воображение, чертежи, расчеты — азбука проекта.



Семь раз отмерь.

тель, материалы, поставщиков-изготовителей комплектующего оборудования, определяют парходство — будущего владельца и многое другое. Заказчик, например Министерство торгового флота, рассматривает, оценивает и принимает (или не принимает) проект. Отметим, что на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации судна контроль за качеством и соблюдением установленных требований, правил и норм ведет Регистр СССР.

Новый этап создания корабля — его технический проект. Здесь уже составляются исчерпывающие описания каждой детали, всех механизмов, приборов: из чего и как делать, куда и как поставить, чем и как проверить. Так, чтобы у строителей-корабелов не осталось сомнений и вопросов.

Итак, первое рождение корабля — в воображении конструктора, второе — на листе бумаги. Во главе проекта стоит главный конструктор. Это специалист с большим опытом работы, доказавший свое право занимать столь высокую и ответственную должность. Главный конструктор отвечает за то, чтобы корабль был в течение всего жизненного цикла именно тем, что требовалось от него с самого начала. Срок жизни корабля — в среднем два-три десятилетия. Вот на это время и должен все предвидеть главный конструктор, представить свое детище во всех ситуациях, с которыми ему придется сталкиваться.

Ода конструкторам

Проектирование кораблей и судов — увлекательное, творческое дело. Конструктор должен знать и уметь многое, иметь прекрасное воображение, всё не представляя себе целого, не создашь и части этого целого. Каждая профессия предъявляет к человеку, ее избравшему, множество не только очевидных, но и не сразу заметных требований. И общественная оценка: «хороший», «знающий», «прекрасный» — зависит от того, насколько с течением времени избравший профессию ей соответствует. К сожалению, бывает иначе: «так себе», а то и хуже. Требования к кораблю очень сложны и противоречивы. Он должен быть прочным — и иметь предельно малую массу, быстроходным — при возможно меньшей мощности машин и расходе топлива, долговечным — и строиться из относительно дешевых материалов и комплектующих изделий. Прийти к оптималь-



Абстракция, аналогия, ассоциация, логика — «орудия» конструктора.

ному результату непросто. Нередко бывает, что профессиональный долг заставляет конструктора отказаться от принятого решения (несмотря на затраченные средства и время) и делать новые проработки, если конечный результат может быть лучше, надежнее, эффективнее. Для этого шага нужны мужество, принципиальность, высокие требования к себе. В любой работе нельзя достичь каких-либо высот, не стремясь к ним, не преодолевая свое незнание, неумение, несовершенство.

Успехи и достижения — результат большого труда, поисков, анализа ошибок, новых поисков...

Песнь о технологах

Ответы на вопросы типа «Что сделать?» — компетенция конструкторов. А вот «Как сделать?» то, что нужно, — задача, стоящая перед технологами. Технолог знает, как лучше всего — быстрее, дешевле, надежнее, легче — построить корабль, изготовить все его элементы. Он представляет себе и конструкцию корабля и его частей, и все заводское оборудование. Впрочем, в делении на конструкторов и технологов много условного. Здесь нельзя указать глубокие различия, просто задача настолько сложна, что требует для своего решения определенной профессиональной специализации. Конструктор — всегда отчасти технолог, а технолог должен хорошо разбираться в вопросах конструирования.

Когда технический проект в стадии разработки, на выбранном заводе-строителе уже начинают подготовку к постройке корабля: составляют планы, заказывают машины, приборы и механизмы, листовую сталь и дюралюминий, прокат, краски, деревянные детали, трубы,

задвижки, якоря, якорные цепи... Одни детали изготовляет сам завод-строитель, как правило, из полуфабрикатов, другие — заводы-поставщики. Это дает возможность ускорить и удешевить постройку.

Наше изделие — корабль

Завод-строитель обычно представляет собой целый городок из десятков огромных зданий — цехов. Здесь и стапеля, и бетонные дороги, и железнодорожные пути, подъемные краны, котельные, паропроводы, электроподстанции, поликлиники. Всего не перечислишь. Стапель — место постройки корабля — представляет собой прямоугольную бетонную площадку, на которой размещены опоры для корабля, по длинным сторонам этой площадки установлены леса, составленные из балок, лежащих на вбитых в землю сваях. И площадка, и леса имеют небольшой наклон к горизонту, что позволяет спустить построенный корабль на воду. Он катится «с горки»-стапеля на салазках — стальных балках, скользящих по поверхности стапеля. По обе стороны стапеля — мощные краны, перемещающиеся по рельсам.

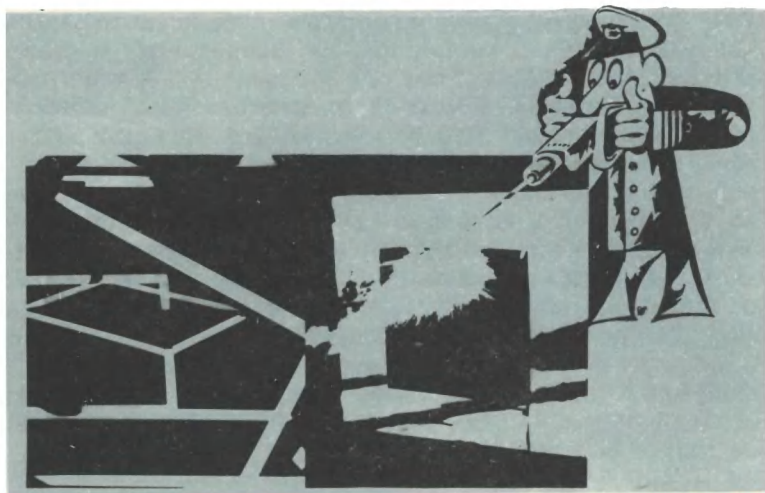
Технологи придумали несколько методов постройки корабля. Один из них — блочный. Блок-секция — это уже почти готовая, иногда даже покрашенная часть корпуса корабля, состоящая из продольных и поперечных балок набора и листов обшивки (у корабля различают днищевой, бортовой и подпалубный набор — он образует после сборки жесткую конструкцию, к которой крепится обшивка корпуса). Блок-секции предварительно собирают и сваривают в корпусном цехе. Сварка блок-секций в основном осуществляется сварочными автоматами — это тоже роботы в виде небольших самоходных тележек, которые едут вдоль стыка секций, оставляя за собой закрытый коркой спекшегося флюса шов. Остается этот шов зачистить, проверить, нет ли в нем пустот и трещин, и покрасить. Следят за работой сварочных автоматов-роботов операторы, потому что сварка корпуса — дело очень ответственное и полагаться только на технику нельзя.

Одежды для великанов

Основной материал корпуса — судостроительная сталь в виде листов, каждый площадью в 10—20 квадратных метров, толщиной от 5 миллиметров до 10 сантиметров, а то и больше. На корпус сухогруза и танкера чаще всего идет листовая сталь толщиной 10—20 миллиметров.

Каждый лист выравнивают на специальных валках, после чего раскраивают — так же, как портной кроит ткань для пальто. Только вместо ножниц — струя раскаленного газа, вылетающая из плазменной пушки. Ствол этой пушки движется над поверхностью листа, оставляя за собой сквозную щель. Струя огня настолько могуча, что за один проход режет сталь толщиной в руку взрослого человека! Руководит раскроем «автоматический портной» — управляющая машина. В ее программе отображены все «выкройки», по которым будет «сшит» корпус корабля, — только успевай подавать стальные листы. Сама же газорезательная машина — это робот, заменивший человека на очень трудном посту.

После резки листы опять правят, а потом, если надо, гнут на огромных гибочных машинах. Корпус корабля имеет сложную форму и включает много закруглений и



Человека теперь заменяет робот — лучший бомбардир плазменной пушки.

плавных переходов между ровными участками. Гибочные машины также обслуживают роботы — ведь для человека этот труд тяжел и опасен. Одновременно с листами обшивки обрабатывают готовый прокат — полосы, угольники, полособульбы. Из них выкраивают, гнут, сваривают детали набора — вертикальный киль, стрингеры, карлингсы, флоры, шпангоуты, бимсы, ребра жесткости.

Программа «знает все»

Все работы — раскрой, сборка, сварка, окраска — выполняются в соответствии с заданной программой. Она представляет собой проектно-конструкторскую и технологическую документацию — чертежи и технологические карты. В них содержатся все сведения о будущих деталях корпуса, но только не каждый эти сведения может прочесть — они изложены языком технического черчения и специальными «технологическими словами». Преподают все эти «языки» в профессионально-технических училищах и техникумах. Чтобы правильно выполнять запрограммированные действия, необходимо разбираться в устройстве машин и станков, установленных в цехах, знать правила и приемы работы на них, свойства обрабатываемых материалов. Уже из самого перечисления понятно, что стать рабочим-корабелом непросто.

Все больше блок-секций поступает на стапель. По мере роста корпуса заполняют его внутренние пространства — грузовые трюмы, отсеки, служебные и жилые помещения. Устанавливают детали судовых устройств и систем.

Устройства и системы

Судовые устройства представляют собой совокупность приспособлений, палубных механизмов и машин, обеспечивающих различные потребности судна. К ним относятся рулевое, якорное, швартовное, буксирное, грузовое и спасательное устройства. Уже сами названия говорят о их назначении.

Судовые системы — водоотливная, осушительная, искусственного микроклимата, противопожарная — состоят из сети трубопроводов с арматурой, механизмами и приборами и предназначены для перемещения

внутри судна жидкостей или газов. Общесудовые системы обеспечивают производственно-бытовые нужды, системы энергетической установки — нормальную работу двигателей и механизмов.

Значительную часть элементов, из которых состоят судовые устройства и системы, изготавливают и комплектуют на других заводах, называемых «поставщиками». О них мы уже говорили. Эти заводы действительно поставляют в срок нужное количество, с гарантией качества всех так называемых стандартных изделий: от заклепки до гигантского грузового насоса, предназначенного для супертанкера.

Слово о дизеле

Главный двигатель, как правило, изготавливают специализированные заводы — дизелестроительные, турбостроительные, котельные. Каждое из изделий, выпускаемых этими заводами, представляет собой сложную систему, к которой придают десятки, а то и сотни вспомогательных, обслуживающих и обеспечивающих механизмов, приборов и подсистем.

Вот, например, главная машина океанского сухогрузного судна. Ею может быть малооборотный дизель, работающий на тяжелом топливе (соляровом масле). Его мощность может составлять 20 тысяч киловатт (мощность машин принято теперь измерять не в лошадиных силах, а в киловаттах, напомним, что 1 киловатт $\approx 1,4$ лошадиной силы), «сухая» масса — более 500 т. Дизель имеет внушительные размеры: высоту с трехэтажный дом, длину — в два железнодорожных вагона. Этот исполин ставят на специальный фундамент, предназначенный для усиления несущей способности корпуса. Рядом с дизелем располагают его подсистемы: снабжения топливом, подачи сжатого воздуха для запуска, системы водяного охлаждения, смазки, управления (пуск, остановка, реверс — изменение направления вращения вала), в том числе и дистанционного (из центрального поста или ходовой рубки), размещают также контрольно-диагностическую аппаратуру. Общая масса дополнительных узлов и устройств превышает массу самого дизеля, не говоря уже о запасах топлива: ведь эта громадина потребляет его около 5 тонн за час работы — значит, 120 тонн в сутки (две железнодорожные цистерны!). Но не думайте, что

дизель прожорлив. Напротив, он очень экономичен: равная ему по мощности паровая турбина «съедает» топлива почти в полтора раза больше. О газовых турбинах и говорить нечего: им топлива надо еще больше.

И все же строят не только теплоходы (хотя их — абсолютное большинство), но и турбоходы, газотурбоходы. Почему, ведь они менее экономичны? Такой вопрос — следствие неполноты оценки сложной системы только по одному, хотя и кажущемуся очень важным, признаку. У каждого типа главного двигателя есть свои достоинства и недостатки. Поэтому выбор главного двигателя — задача непростая, в ней много противоречий. Например, на ледоколах используют главную энергетическую установку с ядерными реакторами. Этот выбор совершенно оправдан, несмотря на очень высокую сто-



Первым транспортным средством, использующим энергию атома, стал корабль!

имость установки: ведь атомный реактор требует «подзарядки» один раз в несколько лет, а доставка топлива на ледокол в период арктической навигации — из ряда вон выходящая по сложности и стоимости операция.

Выбрать и спроектировать «сердце» корабля — его энергетическую установку — еще только частичное решение проблемы. Работой высочайшей сложности является процесс сборки и наладки главного двигателя и его подсистем. Ее выполняют поистине чудесники. Достаточно сказать, что при центровке линии валопровода используют лазерные приборы.

Турбины и винты

Турбоход с «обычными» котлами, отапливаемыми жидким горючим, имеет преимущества: в этом случае можно довести мощность энергетической установки до 100—200 тысяч киловатт! И это — не предел. Да и горючее турбоход потребляет самое дешевое — топочный мазут. У газотурбохода тоже есть свои достоинства: его энергетическая установка — самая легкая и самая маневренная. Газовая турбина готова к работе через несколько минут после получения команды. Паросиловая установка требует для этого нескольких часов...

В едином ритме с главным двигателем работают движители корабля — винты. Вращающее усилие на них передается разными способами: прямой, зубчатой или электрической передачами. Теперь чаще всего используют прямую и зубчатую передачи, чему способствует широкое распространение на кораблях соответственно малооборотных и среднеоборотных дизелей. Электроходы (с электрической передачей) — большая редкость, что объясняется высокой стоимостью их постройки и эксплуатации. Но все же их строят — для специальных целей. Например, электроходами являются некоторые ледоколы и научно-исследовательские суда.

Гребной винт — весьма внушительное изделие. Даже на среднем по водоизмещению теплоходе винт фиксированного шага (с постоянным углом атаки лопастей) имеет массу 10—12 тонн. А масса винта новейшего атомного ледокола — без малого 50 тонн! Поэтому гребные винты — зачастую продукция самих заводов-изготовителей. Ведь такую махину не уместить даже на специальном железнодорожном транспортере.

На многих новейших судах используют винты регулируемого шага — их лопасти могут поворачиваться вокруг своих продольных осей, меняя угол атаки от нуля до максимума. Конструкция таких винтов сложна, масса больше, чем у обычных, но зато они повышают маневренные качества корабля, что немаловажно в наш век высоких скоростей и высокой напряженности судоходства. Не меняя режима работы двигателя, только за счет изменения угла атаки лопастей винта, можно увеличить или уменьшить скорость судна, остановить его и даже идти задним ходом.

Искусство собирать кубики

Главные двигатели раньше ставили на корабль после спуска на воду — на плаву. Теперь их все чаще



От простого к сложному. От кубиков — к комбинаторике.

собирают в процессе постройки корпуса — так экономятся труд и время. И вообще на современных судостроительных заводах как можно больше работ стремятся выполнить за стапельный период. В это время доступнее все «уголки» корпуса корабля. Более того, в последние годы все шире применяется именно метод сборки, а не постройки корабля. Различие заключается в том, что на стапель поступают не просто блок-секции корпуса, которые потом надо насыщать деталями устройств и систем, а блок-модули, готовность которых близка к 100%: так, если это жилые помещения, то в них даже мебель установлена, не хватает только занавесок на иллюминаторах и лампочек в патронах светильников. Например, в роли такого блок-модуля выступает вся многоэтажная кормовая надстройка, причем ее масса может достигать нескольких сотен, а то и тысячу тонн. И дело не только в смелости и разумности руководителей-организаторов, конструкторов и технологов. Ускорение и удешевление постройки судна опираются на новую технику — например, блок-модули на стапель доставляет козловой кран грузоподъемностью 1000 тонн. А если вспомнить всевозможные сборочные площадки, приспособления, роботы? Без них идея сборки корабля из больших «кубиков» была бы просто фантазией.

О тех, кто строит корабли

Постройка корабля — это труд рабочих-корабелов многих профессий, и прежде всего судосборщиков, сварщиков, судомонтажников, газорезчиков, крановщиков.

Представим себе отдельные этапы постройки. Газорезчики на автоматах с программным управлением вырезают стальные листы для корпуса корабля. Судосборщики собирают из этих листов блок-секции «кубики» в цехах предварительной сборки, формируют **из них** корпус корабля на стапеле. К качеству этих работ **предъявляются** самые высокие требования. Представьте себе, при сборке блок-секций массой в сотню тонн допустимые отклонения **размеров** измеряются в миллиметрах.

При сборке корпуса очень ответственна работа проверщиков. Ведь блок-секции устанавливают на стапель строго по чертежу, и проверщики контролируют с помощью приборов вертикальность и горизонтальность установки секций. Проверщики указывают также, насколько



Самая совершенная техника участвует в создании корабля, но главным его строителем остается человек.

надо обрезать припуски, чтобы выполнить стыковку конструкций. На судостроительных предприятиях внедряются самые передовые методы проверочных работ, например лазерно-оптические. А как ответственна работа сварщиков! Ведь качество сварных швов оценивает беспристрастный судья — океан. Сварщик — одна из основ-

ных рабочих профессий на судостроительном заводе, Для постройки корабля характерен также большой объем монтажных работ. Монтаж, например, системы главный двигатель — валопровод — гребной винт — сложнейший процесс и поручается судомонтажникам самой высокой квалификации. Нарушение работы этой системы при эксплуатации — тяжелая авария.

За последние десятилетия в нашей стране появилось много нового. Главное, сложился тип современного рабочего, не только создателя, но и новатора, творца. Тысячелетиями оттачивалось мастерство рабочих-корабелов, совершенствовалась технология постройки. Но во все времена настоящие мастера вкладывали в постройку корабля нечто большее, чем знание дела. Корабль для его создателя — всегда мечта, символ.

Автомат-заводчанин

Среди новой техники все более заметное место занимают всевозможные автоматы, в том числе и упомянутые выше роботы. На заводе-строителе возможности их применения просто огромны. Благодаря роботам — резчикам, гибщикам, сварщикам — доля ручного труда при постройке кораблей и судов быстро идет на убыль. Этот процесс вытеснения ручного труда происходит вследствие ускорения темпов работы и укрупнения элементов, из которых собирают корпус. В цехах и на стапеле выполняется много работ по подъему, перемещению, фиксации всевозможных тяжелых предметов — листов обшивки, заготовок набора и тому подобного. Это как раз и вызвало роботы к жизни. Нельзя добиться высокой производительности труда на заводе, где рядом существуют автоматические линии, станки с числовым программным управлением, обрабатывающие центры — и работники, вооруженные ломом и кувалдами.

Роботизация пробивала себе дорогу в промышленность не один десяток лет. На автомобильном заводе в г. Милуоки (США) «предки» современных роботов клепали рамы легковых машин уже в 1921 году. Тридцать лет назад в нашей стране заработал целый завод-автомат по производству автомобильных поршней. Но все же это еще не была роботизация. И теперь понятно почему: время не пришло! Не было еще всех тех элементов, приборов, механизмов, которые вывели сегодня роботов

«в люди», — микропроцессоров, мини-ЭВМ и прочего.

В самом деле, чем можно было тогда заменить микропроцессорный управляющий блок размером с коробок спичек, высоконадежный, способный в течение сотых долей секунды формировать сотни команд управления роботом, станком, автоматической линией? Да ничем. Такие объемы вычислений и формирования команд, с такой скоростью тридцать лет назад были просто невозможны.

Андроиды и патенты

Вспомним одну из первых автоматических систем программного управления, которые были установлены славными механиками, отцом и сыном Дро в их знаменитых «андроидах» — механических куклах. Привод — мощная пружина, передачи — зубчатые, последовательность действий задавалась диском с выточками (в них попадали при вращении диска исполнительные рычаги). Все это было прекрасно задумано и исполнено, но разве можно себе представить автоматический сварочный агрегат, перемещающийся с помощью пружинного двигателя!

Что мы умеем сегодня? По сравнению с XVIII веком, когда оба Дро создавали свои автоматы, очень и очень многое. Несколько технических эпох отделяют нас от того времени: железа и пара, стали и электричества, пластмасс и электроники. Всех достижений в области техники за последние 200 лет и не перечислишь. Достаточно сказать, что только патентов (за рубежом) и авторских свидетельств (у нас) на изобретения выдано за 200 лет более 18 миллионов. Из них немалая часть имеет прямое или косвенное отношение к судостроению, кораблям, мореплаванию: паровые машины и турбины, дизели и газовые турбины, почти вся электротехника, все производство и обработка металлов, изрядная часть химической технологии, радиотехника...

Еще о стапеле, идеях и ЭВМ

Вернемся в цехи и на стапель завода-строителя кораблей. Окинем еще раз взглядом это обилие конструкций, машин, агрегатов, коммуникаций, исполинских подъ-

емных кранов. Человека, который все это придумал и сделал, сразу и не заметишь у борта лихтеровоза длиной 250 метров и высотой 20 метров.

А можно ли представить себе завод в виде этакого макси-автомата (длина — километр, ширина — километр, высота — сотня метров!), изготавливающего на заказ корабли и суда — ну, совсем как печет пирожки автоматическая печь? Нет. Время таких суперавтоматов не пришло. Охватить всю эту быстроменяющуюся картину производства, учесть труднопредсказуемые факторы, найти лучшее решение, дать оперативные указания рабочим и машинам — это пока еще задача, посильная только высококвалифицированному руководителю производства.

Верные друзья робота

Вот в одном из цехов завода-строителя медленно отодвигается гигантская крышка нагревательной печи. По рельсовому пути прямо в хлещущее, сияющее пламя въезжает самоходный робот. Его рычажно-захватное устройство извлекает из огня вишнево-красную заготовку ступицы гребного винта, легко переносит этот многотонный груз к гидравлическому прессу «ростом» с семиэтажный дом, подает заготовку в его стальные объятия... Оператор здесь же. Он контролирует действия робота. Вот в другом цехе робот-манипулятор снимает со стотонного полировального станка очередную лопасть гребного винта и бережно укладывает ее на специальную тележку. Поверхность лопасти сияет, как зеркало. Работа сделана хорошо. И здесь тоже не обходится без оператора.

Техника помогает человеку. Сотни операций, еще недавно бывших «собственностью» кузнеца, токаря, фрезеровщика, сварщика, резчика, гибщика безвозвратно перешли к автоматам. Это, прежде всего, «силовые» действия — взять, поднять, повернуть, подогнуть, прижать и так далее, а также циклические, быстро повторяющиеся, скажем, установка-съем детали на токарном станке. В меньшей степени поддаются автоматизации операции, связанные с особо точным управлением, например, чистовая обработка сложных по конфигурации деталей. Но ЭВМ, микропроцессоры, лазерные, электромагнитные, пневматические устройства измерения и контроля и здесь ведут непрерывное «наступление» на человека. Автоматы все более и более привлекаются ко всевозможным расчетным и графическим работам, контролю и сигнализации.

Лики Януса

Среди проблем автоматизации и роботизации есть одна важнейшая проблема, о которой мы уже рассказывали,— управление. Все, что мы собираемся делать — изобретать, конструировать, изготавливать, испытывать,— процессы управления. Не все они и не во всех аспектах изучены, поняты, переведены на языки программирования, хотя другими языками — естественными — вполне выразимы. Ведь у каждой отрасли знаний — свой „язык“. Также свой „язык“ (точнее „языки“) у управления — заводом, станком, роботом, кораблем. Управление на этапе создания корабля начинается с идеи и задания. Конструктор представляет себе, каким должен быть корабль, чтобы он смог выполнять те функции, для которых он создается. Потом эти идеи конструктор подкрепляет и развивает, используя дополнительные средства представления корабля: наброски его внешнего вида, плана размещения груза, машин, прикидочные расчеты размеров, водоизмещения, мощности главного двигателя... Описания и вариации описания «раскручиваются» по спирали: их все больше, они все подробнее... И все это — управление, но только пока «невещественное», сугубо информационное (хотя информация — это тоже вполне материальный объект, но у него иные, чем у «живого» корабля свойства).

Наконец, решение о постройке принято, и управление приобретает другое качество — теперь его цель заключается в таком преобразовании ряда разрозненных объектов — материалов, элементов устройств и систем, приборов, узлов, агрегатов и многого другого, чтобы в результате образовалось некое «новое целое» — корабль с совершенно определенными, полученными на предыдущем этапе управления — при проектировании — характеристиками. И вот тогда возникает еще один вид управления уже готовым объектом, направленный на получение с его помощью конкретных результатов и поддержание самого объекта в состоянии, гарантирующем эти результаты. Как видите, можно обсуждать вопросы, затронутые в предыдущем изложении, и при таком, весьма широком обобщении. Иногда это полезно: чтобы сразу увидеть все, но без подробностей.

Ветви и корни

Основы управления кораблем в период эксплуатации закладываются и разрабатываются на всех предшествующих этапах его жизненного цикла. Техническая же база управления создается при постройке. «Центральная нервная система» корабля является одной из последних в длинном перечне сборочно-монтажных и строительных работ. Что она собой представляет?

Иерархические звенья системы управления «оживают» снизу, от конечных органов и элементов, когда монтируются всевозможные датчики и подсистемы. Так, среди датчиков есть термометры, анемометры, гигрометры, гидродинамические лаги, кренометры, акселерометры и прочее. Подсистемами являются, в сущности, также системы управления, но с более узкими, специфическими функциями, чем у «большой», общей системы управления (она обслуживается человеком-оператором): дистанционное управление главным двигателем из ЦПУ и ходовой рубки, такие же цепи управления грузовыми насосами и задвижками на трубопроводах (у танкеров), рулевой машиной, пожаротушением, отдачей якоря, бортовыми отличительными огнями, палубным освещением, вспомогательными движителями, дизель-генератором и прочее.

Фактически все управляемые элементы корабля: устройства, системы, машины и механизмы — охватываются сначала в той или иной степени «своими» местными управляющими цепями. Степень управления лежит в пределах от «включил-выключил» до тончайшей регулировки режима работы, ввода резервных блоков и других способов и действий, влияющих на состояние управляемых объектов. Потом наступает время первичного объединения «персональных» цепей в подсистемы. Рассмотрим разветвления цепей управления, которые на схемах напоминают ветви деревьев, на примере машинного отделения сухогрузного судна.

Что в нем установлено, мы уже знаем из рассказа о дизеле. Добавим, что обычно либо в самом машинном отделении, либо где-то рядом стоят дизель-генераторы, главный распределительный щит электросистемы судна, а также располагается другое вспомогательное оборудование: котлы-утилизаторы тепла выходных газов, валогенератор, аккумуляторные батареи, станция углекислотного пожаротушения, опреснительная установка, печь для

сжигания отходов и мусора, фильтры, сепараторы и отстойники топливной системы, регенерационная установка системы смазки и прочее. Все перечисленные устройства снабжены собственными контрольно-измерительными приборами, приборами и аппаратами, обеспечивающими пуск-остановку, изменение режима, сигнализацию об аварийной ситуации.

Конечно, если это «хозяйство» оставить в разрозненном виде, то управлять им будет нелегко. Еще недавно так и было: на вахту в машинное отделение заступало несколько специалистов, и всем им хватало работы. По стрелочным приборам, индикаторам и просто на слух надо было следить за состоянием каждого работающего механизма и устройства, включать его, когда надо, регулировать и вообще быть начеку. Потом цепи управления и контрольно-сигнальные приборы всех механизмов и устройств свели вместе на одном большом щите, придав ему вид мнемосхемы — условного изображения машинного отделения в плане с указанием местоположения машин, агрегатов и устройств. Управление с помощью такого блочного щита тоже достаточно трудоемко: оператору постоянно надо обегать глазами весь щит и тянуться руками к рычагам и кнопкам, разбросанным по мнемосхеме. Так что этот этап совершенствования управления (назовем его централизацией) пришлось оставить и поискать новых решений. Они, конечно, были найдены: перешли к продолжающейся и сегодня комплексной автоматизации управления кораблем.

Все — и сразу

Комплексность — это охват практически всех машин, механизмов и устройств автоматизированным управлением и контролем. Все объекты управления в комплексной системе управляются автоматами, контролирующими их состояние и поддерживающими в норме их свойства и характеристики. Огромная помощь морякам! Теперь уже не надо пробегать глазами циферблат за циферблатом, улавливать вспышки индикаторных ламп, слушать звонки и сирены. Обычный текущий контроль стал машинным. И если что-то случилось, то на специальном табло (или экране) вспыхивает надпись, вроде этой: «Авария топливного насоса № 2».

Но это еще не все. Все автоматы-регуляторы и конт-

ролеры, в свою очередь, связаны цепями управления с центральной ЭВМ, которой они сообщают обо всех своих «нуждах» и от которой получают команды. А перед оператором — кнопочная панель весьма умеренных (по сравнению с блочным щитом) размеров да два-три телевизионных экрана (дисплея). Оператор сидит в удобном кресле, рядом — внутрикорабельный телефон, громкоговорящая связь, сверху льется от кондиционера поток свежего воздуха. Приятный, не утомляющий свет, все предметы вокруг изящны и красивы.

Вернемся к рассказу о постройке корабля. Одновременно с прокладкой кабелей, трубопроводов и прочих коммуникаций начинается окончательная отделка внутренних помещений. Примерно в это время обычно и спускают судно на воду. Можно, конечно, достроить корабль «под ключ» прямо на стапеле. Да уж очень «горячее место» этот стапель — его жизнь расписана по минутам. Хотя судостроители и стремятся увеличить объем работ в стапельный период постройки, но все же детище-судно приходится спускать задолго до того, как о нем можно сказать коротко: «готово».

Вот корпус к моменту спуска полностью готов и испытан на водонепроницаемость, установлены валопровод, винты, перо руля, фундаменты для машин и механизмов, картер главного дизеля, проложены коммуникации. Остальные работы делают на плаву, у достроечной стенки.

Брызги шампанского

О самом спуске Вы, конечно, знаете — телевидение и кино нередко показывают это великолепное зрелище. Толпы зрителей, флаги, музыка... А какой это радостный и горячий день на стапеле! Вот разрезают задержники, разбивают бутылку шампанского о форштевень приходящего в движение судна. Тысячетонная машина плавно скользит к воде, касается ее поверхности, вздыбливает пенный вал, входит в него до половины, выпрямляется и, покачиваясь, всплывает. Гремят якоря, корабли гудками приветствуют новорожденного. Это — праздник.

Часто приходится слышать слова «сделано руками рабочих», «золотые руки». Но руками управляет голова! Хочется подчеркнуть тот бесспорный факт, что профессиональный уровень рабочего сейчас определяют словосо-

четанием «золотая голова» отнюдь не реже, чем традиционным «золотые руки». Быстро растет число рабочих со среднетехническим образованием. Ведь без него вряд ли возможно стать высококлассным оператором или настройщиком станков-автоматов, роботов, автоматических линий. Рабочие профессии «растут» в информационном смысле очень быстро, и соответствовать им сейчас могут только образованные, культурные, мыслящие люди. Таков социальный заказ на современного рабочего.

Управление заводом

Что собой представляет завод-строитель как объект управления? Если отвлечься от описания конкретных характеристик подразделений завода — цехов, стапелей, транспортных средств, складов, энергетического хозяйства, то его можно представить в виде нарисованных «кубиков»-блоков, связанных отношениями — линиями со стрелками. Такой рисунок — принципиальная схема работы завода, конечная продукция которого — готовое судно. Между «кубиками»-блоками имеются два типа связей, или, иначе, зависимостей: предметные и временные. Это значит, что каждый цех (или подразделение) должен поставлять определенные элементы судна или выполнять работы по монтажу, сборке и наладке этих элементов (предметные связи) в согласованное время, иначе в одних звеньях производства будут простои, а в других — заторы.

Что и когда делает каждое подразделение завода, определяет общий производственный план. Если добавить сюда внутренние производственные планы подразделений, а также учесть, что все производственные операции и действия каждого рабочего должны быть продуманы (как это сделать в заданное время и с заданным качеством), да еще и все это многообразие дел перевести в стоимостные показатели — рубли и копейки, — то вот Вам картина организации труда на заводе-строителе. Но все планы, даже самые лучшие, — это бумага, которая только и может, что лежать да покрываться пылью. Надо, чтобы по плану работали — и работали в точном с ним соответствии. Это задача административно-управленческого аппарата, состоящего из квалифицированных специалистов — от мастера в цехе до директора в заводоуправлении. Есть теперь и техническая база управления заводом — его АСУ (автомати-

зированной системы управления). Собственно говоря, это целый цех, предназначенный для сбора, обработки и хранения информации о заводе, принятия и контроля решений.

Остановимся на технической стороне управления. Нужда в ней начала ощущаться давно, с тех пор как масштабы строительства кораблей и судов стали необозримыми. Руководитель уже не смог единолично решать все вопросы организации и управления строительством. Он перестал успевать делать все то, что надо делать руководителю. Помощники, заместители, исполнители хотя и увеличили его возможности, дополнив их своими согласованными действиями, но вместе с тем вызвали к жизни новые проблемы. Руководить стало не проще, а сложнее.

Трудности и несовершенство чисто «человеческой» системы управления поставили вопрос о развитии управленческой техники. Долгое время вся такая техника была представлена только различными каналами связи в звеньях «человек — человек»: телефон, громкоговорящая связь, всевозможные сигнальные системы (простейшая из них — кнопка звонка). Но такая техника хотя, конечно, и помогала производству, тем не менее самой сути «человеческого» управления не меняла. Напряжение, переживания и всякие трудности оставались. Дело стало за устройствами, которые могли бы разгрузить человека хотя бы от части его забот. Как и в управлении кораблями и судами, прогресс начался с внедрения ЭВМ. На их основе были впоследствии созданы управляющие машины, а из них — АСУ. И опять, как и на кораблях и судах, на заводах удалось только частично создать автоматические системы управления. Жизнь, производство не удастся «затолкать» в узкие, жесткие рамки программного управления. Строительство кораблей и судов — живое, непоседливое, быстроменяющееся дело. Здесь, как и на судовых мостиках, без человека-оператора пока не обойтись.

Директор и дисплей

Сейчас уже есть комплексно-автоматизированные системы управления заводом. Такая «АСУ-завод» состоит из технических средств и хорошо подготовленных операторов. Всевозможные датчики и устройства ввода составляют в АСУ сведения о состоянии всех подразделений завода и строящихся объектах — судах. Эти све-

дения обрабатывают в ЭВМ — суммируют, сравнивают с эталонными (плановыми), рассчитывают все их стоимостные показатели. Результаты в виде цифр и графиков высвечиваются на экранах дисплеев и печатаются на бланках. Экран и бланк — перед глазами операторов. В роли операторов выступают теперь и руководители завода — директор, его заместители, начальники служб и подразделений.

Конечно, система управления не должна действовать по принципу «Всем сообщаю обо всем». Еще при проектировании «АСУ-завод» определяется, кто и что должен делать, кому и что надо сообщать. Поэтому директор получает обобщенные сведения о всех этапах строительства, а начальник механического цеха — только сведения о выполнении «его» плана, но, конечно, более подробные, чем директор. Руководитель более высокого ранга имеет возможность в любой момент времени нажатием клавиши получить с экрана своего дисплея самую полную информацию о подчиненных ему подразделениях. В таких зависимостях и проявляются ставший классическим для сложных систем принцип иерархического управления. Значит, главная задача «АСУ-завод» — сделать связи внутри производства быстрыми, достоверными, разгрузить операторов от «мелочей жизни», оставив, однако, неизблемыми их права и обязанности по принятию решений — вплоть до изменения плана производства (текущего, на определенное время).

Напомним, что автоматизация производства требует резкого повышения квалификации всех его участников — независимо от места в иерархии. Действительно, ведь и рабочий, и директор по-прежнему должны знать свое дело, да еще и прибавилось требование знать и уметь использовать управляющую технику. Но если эти требования выполнены, то выигрывают все — от рабочего до директора. Их труд становится более организованным, производительным, совершенным. И дело не только во временном или «физическом» выигрыше. Не менее важно удовлетворение от хорошо сделанной работы. Тогда появится естественное желание сделать еще лучше, узнать еще больше — словом, получат приоритет те стимулы, которые делают нас лучше, умнее, добрее.

Дирижирует ЧЕЛОВЕК

Роль оператора в сложной системе, охваченной АСУ, можно сравнить с ролью дирижера симфонического оркестра. В оркестре «каждый слышит только себя», поэтому без дирижера нельзя исполнить музыкальное произведение.

Точно так же и в управлении заводом-строителем: без «дирижера» — АСУ, управляемой, в свою очередь, операторами и программами, не удастся построить в срок корабли и суда. Отмечая заслуги и роль управления, в том числе автоматизированного, операторов и руководителей всех рангов, не забудем «оркестрантов»: знания, опыт, умение рабочих-корабелов есть тот фундамент, на котором только и могут уверенно себя чувствовать стапеля, цехи и сами корабли.

4

ЧТО ЖДЕТ КОРАБЛИ В БУДУЩЕМ?

*...Можем взмыть, и грести, и мчать,
и взнесть, и гнать,
Можем греть, и гнуть, и печь,
и ткать, и рыть,
Можем вплавь, и вглубь и ввысь,
и вдаль и вспять,
Можем петь, считать и говорить!*

Р. Киплинг. Секрет машин



Дальше и быстрее! Таким был лозунгов, под которым развивается мореплавание. Возрастает число кораблей и судов, находящихся в море, все напряженнее становится судоходство. Но за право плыть по голубым дорогам морей и океанов природа все еще берет „дань“ — кораблями, судами, грузами и жизнями моряков. Велика ли эта дань? Вот цифры: в 1982 году, по данным Регистра судоходства Ллойда, погибли по разным причинам около 200 кораблей и судов, потерпели аварии, но все же спаслись более 1500. Всего же за исторический период погибло около миллиона «пенителей моря». В этот жестокий счет

Там, под волнами, лежит более миллиона кораблей и судов...



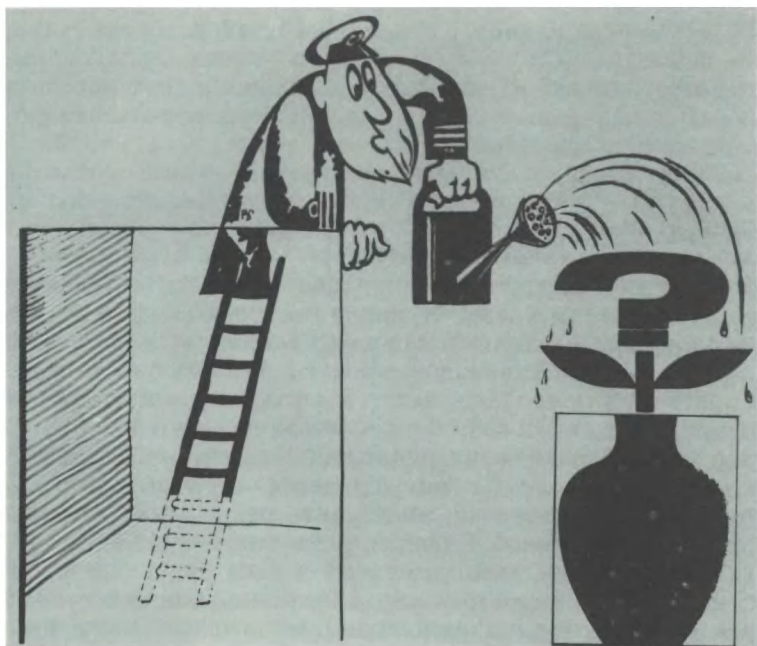
не входят шлюпки, яхты и другие малые суда. Число жертв моря не поддается учету, но можно сказать уверенно, что их было не один десяток миллионов.

Стихии, случайности, ошибки — вольные или невольные, пираты, бои, опять стихии... Вот краткий перечень причин, нам известных. Но ведь были и неизвестные. Были и есть. Ежегодно бесследно исчезают несколько кораблей и судов — и это в наш век электроники, навигационных спутников и радиосвязи! Только за последние 200 лет мореплавания таких тайн — тысячи. Конечно, по отношению к общему числу кораблей и судов во всем мире число погибших и потерпевших аварию невелико. Доли процента! Но, во-первых, это все равно много, так как за каждым случаем — трагедия. Во-вторых, этого вообще не должно быть! Поэтому и сейчас, и в будущем одна из главных задач мореплавания — повышение его безопасности.

Все мечты сбываются...

Итак, безаварийное мореплавание. На чем оно может быть основано? Здесь видятся две главные стороны проблемы: человек и техника. Человек должен по своим моральным, профессиональным и физическим качествам соответствовать решаемой задаче. Надо учиться, стараться, желать. И тогда многие задачи будут по плечу.

Теперь о технике. Касаясь этой стороны проблемы, прежде всего скажем о полноте и надежности управления (полнота — значит все элементы корабля как объекта управления должны быть «доступны» для оператора и автоматов, управляемы). И в этом направлении еще многое должно быть сделано. Наши инженеры и ученые работают сейчас над тем, чтобы помощь управляющих машин на кораблях и судах стала еще действенней. Ведь единая автоматизированная система управления кораблями и судами представляет собой пока абстракцию. Слишком много препятствий на пути создания таких систем (необходимость учета противоречивых и разнородных факторов). Сегодняшние системы, например комплексы «Бриз», установленные на многих судах советской постройки, представляют собой пока только объединение ряда подсистем, каждая из которых управляет одним из элементов судна. Суммирует циркулирующую в подсистемах информацию, решает и управляет судном — все тот же оператор.



Вопросы требуют ответов, которые содержат в себе новые вопросы.

А вот совсем новый подход к решению проблемы безопасности мореплавания и дальнейшего повышения качества управления — создание береговых центров управления для оказания помощи кораблям.

Далекое близкое

Береговые центры управления будут оснащаться супер-ЭВМ и такой управляющей техникой, которую устанавливать на судах и кораблях нерационально — слишком она дорогая и сложная. Таковы вычислительные системы, представляющие собой несколько (иногда несколько десятков) мощных ЭВМ с централизованным управлением.

Следует отметить, что связь с берегом всегда имела важное значение в мореплавании, с тех пор как эта связь стала возможной. На корабль шли радиogramмы с сообщениями о погоде, навигационных опасностях,

об изменениях планов, ожидаемых грузах, а с борта судна, в свою очередь, — сообщения о месте нахождения, грузах, планах. В случае необходимости на помощь кораблю приходили буксиры-спасатели, использовались вертолеты, самолеты.

При внешнем управлении тонкий ручеек сведений в каналах связи вырастает до размеров полноводной реки. И таких «рек» будет столько, сколько судов в море. Пожалуй, не хватит пропускной способности эфира... Нет, беспокойство это напрасное. Потоки замкнутся через спутники связи. Кроме того, возможна передача информации не только радиосигнала, но и с помощью лазерных устройств. У них пропускная способность и избирательность гораздо выше, так как частота колебаний электромагнитных волн в луче лазера на несколько порядков выше, чем у радиоволн. Возможны варианты. Над этой проблемой еще придется поработать, чтобы помощь кораблям и судам сделать регулярной, своевременной, действенной. Внешнее управление будет внедряться постепенно, и один из первых этапов будет централизация и диспетчеризация управления кораблями и судами в самых судоходных районах морей и океанов — в проливах. Ведь обстановка в проливах Ла-Манш, Па-де-Кале, Бельт и других бывает страшнее, чем на улицах большого города. Как же будет осуществляться управление?

Входя в зону действий (регион), каждое судно дает о себе знать, включается в канал связи и начинает передавать данные о своем месте, курсе и скорости в региональный центр. Там эти сведения сверяют с данными технических средств, контролирующих судоходство в регионе, — радиолокаторов, радиопеленгаторов, гидроакустических станций, спутников и береговых наблюдателей. Сравнив данные (это нужно для контроля — вдруг кто-то ошибается!), управляющие машины центра выработают наиболее безопасные и экономичные курсы и скорости расхождения и передадут данные на суда. А те — исполняют решения. Опять контроль, опять команды — и так до выхода судна из региона. Нужда в таких системах острая. Пока таких систем нет. Есть «человеческое» управление: диспетчер смотрит на экран радиолокатора и дает советы-указания капитанам или лоцманам. Но автоматизация уже властно стучится в двери — ее время настало.

Делать, но не вредить

А вот и другая проблема, волнующая человека сегодня. Речь идет о прямых отрицательных следствиях мореплавания, в основном всевозможных видах загрязнения среды — воды, воздуха, дна морей и океанов, то есть об экологической проблеме.

Человек встал на путь бескомпромиссной борьбы, цель которой — исключить попадание отходов мореплавания во внешнюю среду (море, воздух) или нейтрализация этих отходов. Здесь и очистка выхлопных газов дизелей и газовых турбин, и нейтрализация жидких отходов, и многое другое. Мореплавание вообще «повернулось лицом» к экологической проблеме. Катастрофа с танкером «Торри Каньон» вблизи берегов Франции ускорила процесс понимания первоочередной важности соблюдения экологических норм. В советском флоте введены жесткие правила, запрещающие бесконтрольный сброс за борт кораблей и судов любых видов отходов. Наши танкеры теперь строятся не только с двойным дном, но и с двойными бортами. Приятно сознавать, что в столь важном деле мы не только на уровне мировых стандартов, но даже опережаем их.

Мать-природа, живи вечно

Отдавая должное огромным научно-техническим достижениям, скажем несколько слов о важнейших общих проблемах нашего века, трудностях и тайнах, сопутствующих этим достижениям. Экологическая проблема вызывает огромную тревогу. Природа не бесконечна в своих возможностях устранять вред, наносимый ей недально-видной деятельностью человека, и восстанавливать потерянное равновесие сил, нарушенное человеком. Человек, наконец, понял это. Наш век — век открытия новых видов энергии невиданной силы. Ее получение и использование связано с проблемой устранения опаснейших загрязнений окружающей среды — одной из важнейших проблем нашего времени. Еще немного, и мы должны будем подойти к проблемам более глубокого преобразования природы (преобразование пустынь и т. д.) и управления ее явлениями (например, климатом). Готовы ли мы к этому? Нет. Для такого шага в будущее надо прежде всего знать, что случится потом. А чтобы

это знать, надо иметь точные модели происходящих в природе процессов. Этих моделей пока нет: мы еще хорошо не знаем, как прогнозировать климат, состояния (биохимическое и т. д.) рек, озер, морей и океанов, сейсмические явления. А ведь во многие из этих областей человек вторгся и возбудил в них ответные реакции. Часть этих реакций мы уловили, осознали. Остальные труднопредсказуемы, но неизбежны.

Этика важнее кибернетики

Путь познания — это путь в неизвестное. Но по этому пути надо идти со знанием дела, с достоинством и умением. Стремление к знанию, к общественно полезной деятельности — высокий долг каждого человека. Но в любой работе, любом деле важны не только знания и умение работающего, но и то, на каком нравственном уровне стоит человек.

Часто можно услышать слова «мудрость», «мудрый», за ними скрывается определение особого образа жизни человека, характера его поступков. Он действует, как правило, только там, где последствия можно предвидеть и предусмотреть. Поэтому во всей деятельности, даже больше — жизни человека, первое место надо отвести умению решать этические проблемы, т. е. проблемы отношений между людьми, отношения человека к окружающему миру, к самому себе. Нетрудно назвать варианты «решения» этических проблем, которые к сожалению, встречаются не так уж редко и симпатий ни у кого не вызывают: профессиональная недобросовестность, потребительство, эгоизм и так далее.

Смело можно сказать, что итог жизни и результаты работы (настоящие, истинные!) каждого из нас зависят от нашего «этического портрета». Вне этики нет ничего, что мог бы задумать и сделать человек. Знания, опыт, умение — это все ценно, но вот какой Вы человек? Этот вопрос всегда главный. Поэтому напомним шутливое выражение, которое, однако, имеет глубокий смысл: этика важнее кибернетики.

Супероператор для суперкорабля

Одна из причин все еще значительной аварийности мирового флота — резко возросшее число кораблей

и судов, одновременно находящихся в море. Рост этот опережает увеличение фактического числа кораблей и судов, находящихся в эксплуатации. Странно, не правда ли? Но ничего сложного в объяснении нет: уменьшилось среднее стояночное время — разгрузки-погрузки, ремонта, ожидания благоприятной погоды. И выросла средняя скорость кораблей и судов в море. Еще недавно, в начале нашего века, ходом более 12—16 узлов могли похвастаться только военные корабли и пассажирские лайнеры. Теперь уже не редкость сухогрузы и контейнеровозы со скоростью 20—25 узлов. Это, конечно, хорошо — увеличивается оборачиваемость судов, улучшаются условия доставки скоропортящихся грузов и так далее.

Но нельзя что-либо существенно выиграть, не заплатив определенную цену. Цена увеличения числа судов в море и повышения их скорости — возросшее напряжение в судовождении. Теперь капитану, вахтенному помощнику, оператору автоматизированной системы управления отводится меньше времени на принятие решения. Иногда — единственно правильного из многих возможных! Представьте: со скоростью 15—20 метров в секунду сближаются два гиганта массой по 20—30 тысяч тонн каждый. Ночь, ураганный ветер, волны захлестывают палубу... А вокруг — десятки судов, малейшая ошибка в выборе курса и скорости создаст угрозу и для судна.



Автоматы — паруса будущей техники и технологии.

и для всех остальных. Как нужны здесь верное решение и быстрое, четкое исполнение!

Работа оператора суперсистемы предъявляет к нему и супертребования: глубокие и всесторонние знания, четкость и быстроту реакции, неизменный уровень внимания, здоровья. Как видите, список невелик, но внушителен. Однако хочется напомнить уже сказанное: человек непостоянен в своих реакциях. Нельзя заставлять его работать в «машинном», то есть неизменном по показателям, режиме. Природа человеческая против этого! Следовательно, человек в союзе с машиной должен иметь какой-то оптимальный режим, позволяющий проявлять главное преимущество — способность принимать решения в сложных случаях. Трудности взаимоотношений человека и техники вызвали к жизни новую науку — эргономику, изучающую человеко-машинные системы.

Корабли-организмы

На базе эргономики было создано понятие об эргатических системах, состоящих из объектов управления и системы управления, находящихся в условиях, противодействующих достижению поставленной цели. Эргатические системы подразделяют на эргаматы — одноцелевые системы (например, на корабле эргаматом может быть автоматически управляемый дизель-генератор) и эргатические организмы — системы эргаматов, когда имеется множество целей и способов их достижения. И, конечно, элементом эргамата и эргатического организма является человек-оператор.

Что же тут нового — в смысле решения проблемы управления кораблем или судном? Новым является подход к решению задачи управления сложным объектом. Он заключается в попытке перенести на организацию и технику управления принципы построения и жизнедеятельности живых организмов.

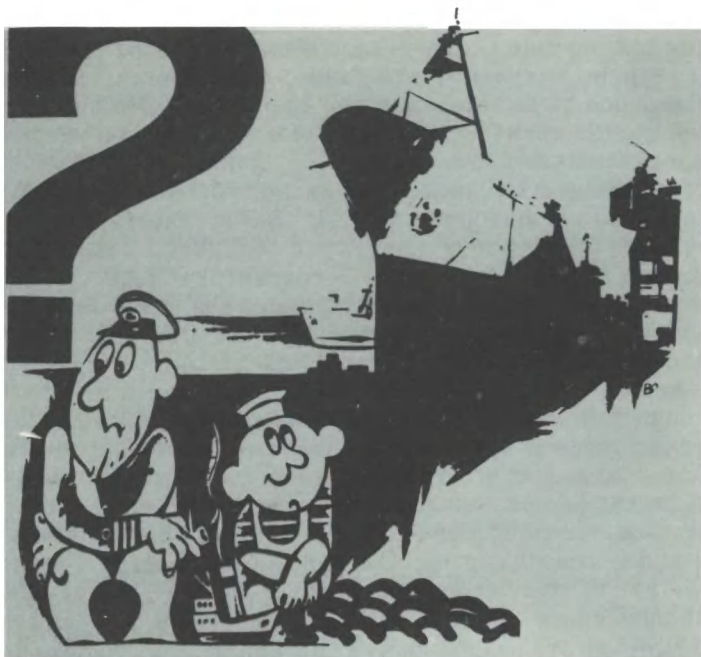
Так, уже от эргамата требуется, чтобы он обладал свойствами функционального и технологического гомеостаза к возмущениям внутренней («собственной») и внешней среды. Разберем терминологию, чтобы стало понятнее, о чем идет речь. Гомеостаз (от греч. «гомео» — подобный и «стазис» — неподвижность, состояние) — это способность организма поддерживать постоянство внутренней среды в различных ситуациях. Например,

на улице мороз. Человек отчасти защищен от него одеждой, но еще более — способностью своего организма так изменять «режим действия», что человек не теряет возможности думать, видеть, говорить... Функциональный гомеостаз — сохранение без изменения перечня выполняемых действий (операций, функций) в различных ситуациях, в том числе и таких, которые препятствуют деятельности (шторм, скажем, препятствует движению корабля по заданному курсу с заданной скоростью). Технологический гомеостаз — сохранение всех функций системы при любых способах и результатах их выполнения.

В эргатическом организме все это реализуется уже по отношению к сложной системе (хотя, в принципе, эргамат, обладающий гомеостазом, — и сам отнюдь не простая система) и для самых сложных ситуаций. Короче говоря, эргатические системы не только «выживают», но и достигают целей там, где обычные системы управления и связанные с ними объекты не могут успешно действовать. Эргамат — это автомат с более высокой степенью совершенства. Он приспособливается (адаптируется) к изменению условий работы — по-прежнему выполняет — и хорошо! — возложенную на него задачу.

Для эргатических систем разработан и продолжает совершенствоваться специальный математический аппарат, состоящий из аксиом, теорем, выводов, правил. На его основе построены математические модели эргаматов и эргатических организмов. Но эти модели еще не полностью описывают реальные системы — их особенности, условия работы, ограничения. Будем надеяться, что усилия ученых, инженеров, изучающих эргатические системы, увенчаются успехом. И тогда можно будет приступить к созданию экспериментальных эргаматов. Когда их создадут, последует этап их совершенствования — наделение их гомеостазом. Пока еще таких реальных систем нет. Но не следует сомневаться — эргатические системы будут созданы. И одно из первых поприщ, где они найдут применение, — корабли.

В составе эргатических систем, как мы говорили, обязательно будут операторы. Их работа будет не похожа на ту, что они делают сегодня. Так, видимо, исключатся прямые контакты в звене человек — человек. Соседи-операторы будут общаться только через технические средства. Вот мы и подошли к последнему вопросу, рассматриваемому в книге. Его можно сформулировать так: каковы сейчас с точки зрения качественной оценки взаи-



Какой он будет — XXI век?

моотношения элементов в системе «человек — машина»? И как будет изменяться это качество в перспективе?

Общение с машиной

Оператор в системе управления общается с управляемыми объектами при помощи специальных устройств, которые, во-первых, представляют ему сведения (дисплеи, индикаторы-сигнализаторы) и, во-вторых, передают принятые им решения в виде команд к исполнительным органам. На стыке машины и сенсорных каналов человеческого организма (в первую очередь его зрение, слух) выявился клубок противоречий. Дело в том, что человек обладает ограниченными возможностями в восприятии информации: легко представить себе ситуацию, когда оператор не будет успевать следить (реагировать) за изменениями показателей, передаваемых ему дисплеем и индикаторами, — лишь только частота смены показателей перейдет конкретный предел. Значит, при проекти-

ровании систем управления кораблем следует сразу же учесть это ограничение. Его, конечно, учесть можно, но в этом случае останутся не охваченными управлением многие подсистемы и агрегаты судна. Что делать?

Надо, наверное, до тех пор «сжимать» информацию, уменьшать ее объем (разнообразие и скорость передачи), пока оператор не сможет успешно и уверенно ее воспринимать и успевать принимать и осуществлять правильные решения. Сжатие информации — непростое дело. Это значит, что машина должна взять на себя оценку состояния элементов объекта управления. Короче, вместо того, чтобы передавать на блочный щит десятки показателей, характеризующих работу, скажем, главной машины, — температуру топлива, охлаждающей воды, головок цилиндров, частоту вращения валопровода, расход топлива, количество и состав выхлопных газов — на индикаторе должен просто гореть зеленый огонек — «Все в норме».

Чтобы выполнить такую работу, машина должна сравнить все измеренные значения показателей с их заранее заданными значениями — эталонами. И в результате сравнения принять решение — надо зажечь «зеленый» или пора объявить тревогу. Все это, конечно, можно сделать уже сегодня. Однако один такой способ сжимать информацию до минимального объема не даст желаемого результата: ведь если индикаторов-огоньков наберется несколько десятков, то впору запутаться. Надо все индикаторы-сигнализаторы объединить в один, общий. И пусть — он отчитывается перед оператором «за всех». И вот здесь пока успехи очень скромны. Оказывается, трудно объединить оценки состояния разнородных подсистем корабля: очень уж они разные по составу, работе и неисправностям. Пока такая общая оценка по силам только оператору.

На Олимпе

Сейчас сообщения для высшего звена управления (капитан — средства управления) готовят не столько машины, сколько операторы (их может быть несколько), каждому из которых поручено хоть и одно, но большое дело: вся навигация, вся энергосистема, весь груз. Сообщения включают оценку состояния подведомственного объекта, а также рекомендации капитану — что можно и нужно, по мнению оператора, делать в ближайшем бу-

душем или немедленно. Это гибкая, надежная, проверенная временем структура. Но ее недостаток ясен без подсказок — она «человеческая»! Со всеми вытекающими последствиями, Вам уже известными.

В развитии систем управления кораблями и судами явно прослеживается одно направление — поручить все управление одному оператору. Над ним будет по-прежнему единоначальник — капитан, но текущее управление целиком будет осуществлять вахтенный помощник — он же оператор системы управления.

Понятно, что система в этом случае должна вырабатывать не только оценки, но и рекомендации — и тоже с оценками («быстрее», «безопаснее» и так далее), то есть машина должна взять на себя еще одну часть функций, сегодня выполняемых человеком. Дело только за моделью оценок и выработки рекомендаций. «Дайте нам модель, — говорят конструкторы, — и мы перевернем сегодняшнее представление об управлении сложными системами как о чисто «человеческом» деле и передадим его машинам».

Общее для всех

Моделированием операций мышления занимаются многие науки. Одна из них — бионика. Ее идеи и рекомендации близки, понятны и вообще-то являются собственностью кибернетики — недаром «отец кибернетики» Норберт Винер назвал свое детище «управлением и связью в животном и машине».

Еще тридцать с лишним лет назад была сформулирована идея о переносе принципов управления в живых организмах на машины, т. е. об эргатических организмах (о них мы уже рассказывали). Модели, которые так нужны для создания новых, совершенных систем управления, должны строиться на основе представлений о жизнедеятельности. «Неживая материя» машин должна обогатиться переносом на нее особенностей и закономерностей «живой материи». Возможна в недалеком будущем и некая новая субстанция — сплав разнородных по природе управления структур. Время покажет, насколько будут эффективны результаты этих исследований.

На горизонте — парус

Нередко при поиске новых решений приходится обращаться к идеям и предметам, вроде бы уже «отслужив-



«— Добрый вечер! — услышали мы с моря.— Добрый вечер, друзья! Не скучно ли на темной дороге? Я тороплюсь, я бегу...»

Фрези Грант (А. Грин. Бегущая по волнам)

шим» свой век. Новые возможности зачастую заставляют рождаться заново прежние решения. Наряду с продвижением на корабли новейшей техники идет серьезное обсуждение вопроса о развитии крупного судостроения с парусными движителями. Конечно, это будут не прежние паруса — со сложным, нуждающимся в руке опытного мастера бегучим и стоячим такелажем. Уже бороздит Тихий океан японский танкер с нейлоновыми парусами, которые поднимают и убирают серводвигатели, управляемые электроникой.

Ростки будущего всегда можно обнаружить и в настоящем, и в прошлом. Завтрашние корабли, автоматы, роботы станут еще совершенней, приблизятся по свойствам к живым организмам. Когда-нибудь, возможно, произойдет гармоническое слияние человека и машины. Мы уверены, что завтра останутся позади многие пока что непреодолимые преграды и научный прогресс откроет новые горизонты.



УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Штейнбух К.** Автомат и человек. — М.: Советское радио, 1967.
2. **Иванов С. М.** Человек среди автоматов. — М.: Знание, 1982.
3. **Кринецкий И. И.** Автомат принимает решение. — М.: Машиностроение, 1977.
4. **Кринецкий И. И.** Автоматы несут вахту. — Л.: Судостроение, 1985.
5. **Ляликов А. П.** Человек — электроника — корабль. — Л.: Судостроение, 1978.
6. **Файн Г. И.** Навигация, лоция и мореходная астрономия. — М.: Транспорт, 1982.
7. **Макаров И. В., Корж С. М.** Морские профессии. — М.: Транспорт, 1982.
8. **Сорокин А. И., Краснов В. Н.** Корабли проходят испытания. — Л.: Судостроение, 1982.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Человек, океаны, корабли и автоматы	6
Как управляют кораблями	36
Вот так строят корабли	60
Что ждет корабли в будущем?	87
Указатель литературы	100

Серия «Научно-популярная библиотека школьника»

**АКИМ ПАВЛОВИЧ ЛЯЛИКОВ
ВАЛЕРИЙ АРМЕНОВИЧ САРУХАНОВ**

**КОРАБЛИ,
АВТОМАТЫ,
РОБОТЫ**

Заведующий редакцией *И. Г. Русецкий.*

Редактор *Т. Г. Крепс.*

Художественный редактор *О. П. Андреев.*

Технический редактор *Е. А. Полякова.*

Корректор *И. М. Меримская.*

ИБ № 1061

Сдано в набор 14.12.84. Подписано в печать 02.07.85. М-30777.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,46. Усл. кр.-отт. 11,17. Уч.-изд. л. 5,2.
Издательский № 3941-84. Тираж 60 000 экз. Заказ № 5476. Цена 20 коп.

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград ул. Габоля, 8

г. Калинин. Областная типография. Студенческий пер., 28.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «СУДОСТРОЕНИЕ»
ВЫПУСКАЕТ В 1986 ГОДУ
НОВЫЕ КНИГИ**

КОРОТКИЙ Р. М., ЛОБАНОВ В. А., НЕЙДИНГ М. М.
Рудники Нептуна. — 10 л., ил. — (Научно-популярная библиотека школьника). — 45 к.

Живо и популярно изложены вопросы географии, разведки и разработки полезных ископаемых Мирового океана, рассказано о средствах освоения океанских глубин и защите окружающей среды при их использовании.

Для школьников старших классов, выбирающих профессию. Представит интерес для широкого круга читателей.

КЛЮКИН И. И. Удивительный мир звука. — 2-е изд., перераб. и доп. — 10 л., ил. — (Научно-популярная библиотека школьника). — 40 к.

Профессор, доктор технических наук, автор 18 изобретений, более 100 статей в научных и научно-технических журналах, четырех научно-популярных книг по акустике, остроумно и просто рассказывает о сложных явлениях физической, технической и биологической акустики. Второе издание (первое вышло в 1978 г.) дополнено новыми сведениями о псевдозвуке, диффузном звуковом поле, голографии, квантовой акустике.

Для широкого круга читателей.

**СЕРЕБРЯКОВ Л. М., МАКСИМОВ Ю. И., ЛЕР-
НЕР Д. М. Электричество и корабль. — 6 л., ил. —
(Кем быть?). — 40 к.**

О том, как на судах, плавучих сооружениях, кораблях монтируют, соединяют и налаживают электрические устройства и системы умелые, знающие люди, о настоящих мастерах своего дела популярно рассказывается в этой книге. Трудно найти профессию более широкого профиля, требующую более разнообразных навыков, умений и знаний, чем профессия судового электрика.

Предназначена в первую очередь для тех молодых людей, которые собираются овладеть этой профессией или делают в ней первые шаги.

**ПОЛТАРУХА П. В. Призвание. — 2,6 л., ил. — (Герои
труда). — 20 к.**

В брошюре освещен опыт работы бригады судовых слесарей-монтажников судостроительного завода им. 61 Коммунара (г. Николаев), возглавляемой кавалером орденов Трудовой Славы II и III степеней Анатолием Дмитриевичем Дитюком. На примере работы руководимой им бригады показано, как используются резервы в организации производства для повышения производительности труда, какими мерами можно добиться экономии и бережного расходования материалов, как внедряются достижения науки и передового опыта.

Для рабочих и профсоюзного актива.