

Ю.Д. Денисов

**Основные
направления
научно-
технического
прогресса
в современной
Японии**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ВОСТОКОВЕДЕНИЯ

Ю.Д.Денисов

Основные направления научно- технического прогресса в современной Японии



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ВОСТОЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1987

Ответственный редактор
С. В. КОВРИЖКИН

Рецензенты
А. И. КРАВЦЕВИЧ, М. С. СКОРОВ

В монографии рассмотрены программы и проекты совершенствования промышленности и инфраструктуры Японии, планы построения в стране «общества информации». Показаны достижения Японии в области робототехники, в создании новых видов электронно-вычислительной техники, систем связи, энергосберегающего оборудования и т. д. Анализируются проблемы, связанные с трудовыми ресурсами Японии на нынешнем этапе научно-технического прогресса, и его важнейшие социальные последствия.

Д 0604040000-201
013(02)-87 199-87

© Главная редакция восточной литературы
издательства «Наука», 1987.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Роль научно-технического прогресса в жизни современного общества непрерывно возрастает. В настоящее время на его основе осуществляется переход к интенсивному, трудосберегающему типу развития во всех областях человеческой деятельности. Как подчеркивал В. И. Ленин, «прогресс техники в том и выражается, что человеческий труд все более и более отступает на задний план перед трудом машин» [6, с. 78]. Причем важно отметить, что техника берет на себя не только чисто производственные, но и многие другие виды сознательной деятельности человека, внедряясь в системы транспорта и связи, образования и здравоохранения, массовой информации и досуга. При этом происходят быстрые и необратимые изменения в характере и содержании труда, изменяются многие психологические установки людей, что способствует углублению социально-экономических процессов. Все эти проблемы чрезвычайно актуальны и требуют самого внимательного исследования.

История развития общества позволяет выделить три естественные сферы, в которых сформировались и развиваются все виды жизнедеятельности человека. К первой сфере относятся вещества и материалы. Вторая сфера включает в себя все стороны энергопроизводства и энергопотребления. Третья сфера — это сфера «программирования» элементов создаваемой человеком технической и преобразуемой им природной среды, обеспечивающего их целенаправленное функционирование. Тем самым вещество, энергия и информация, исторически выступающие как главные средства и условия жизнедеятельности человека, представляют собой также и три естественные сферы научно-технического прогресса — взаимосвязанного поступательного развития науки и техники, обусловленного как производственными нуждами, так и ростом общественных и индивидуальных потребностей.

Именно в области разработки и освоения новых видов сырьевых и конструкционных материалов, химических реактивов, биомедицинских препаратов, энергопроизводящих установок, машин — потребителей энергии, информационно-вычислительной техники, средств автоматизации пролегают главные направления научно-технического прогресса на современном этапе, его «авангардные рубежи» [9, с. 2, 6—13]. Причем все эти направления теснейшим образом связаны и взаимообусловлены. Так, возникновение новых материалов служит основой для расширения энергетического базиса человеческого общества или созда-

ния средств информатики. С другой стороны, последние обеспечивают оптимальное управление многими экстремальными процессами и тем самым ускоряют решение проблем материаловедения или энергетики. Число подобных взаимосвязей огромно, и перечислять их нет необходимости. Важнее заметить, что их принципиальному углублению способствует все более активное освоение человеком ранее недоступных для него сред практической деятельности — космического пространства и Мирового океана. Это уже в ближайшем будущем открывает самые широкие перспективы, в первую очередь возможность перемещения сюда многочисленных производств, в том числе и таких, которые в традиционных условиях малоэффективны или вообще неосуществимы.

Исключительно большое внимание уделяет научно-техническому развитию монополистический капитал, стремящийся использовать его в целях приумножения прибылей, дальнейшего совершенствования эксплуатации трудящихся. Огромное значение форсированию научно-технического прогресса придают в Японии. Оперативное использование достижений науки и техники является для японских монополий основным средством повышения деловой активности и эффективности производства, увеличения шансов на выигрыш в непрерывно обостряющейся конкурентной борьбе.

Задача настоящей работы — показать, в чем выражаются наиболее важные достижения современной Японии на основных направлениях научно-технического прогресса. Одновременно представляется необходимым обсудить и то, какими факторами эти достижения обусловлены, какова их социально-экономическая значимость, и в определенной степени осветить некоторые практические особенности японского опыта.

Общеизвестно, что научно-техническое развитие Японии достигло к настоящему времени весьма высокого уровня. Однако следует иметь в виду, что собственно японский вклад в арсенал крупнейших нововведений, используемых мировой наукой и техникой, пока относительно скромнен. Во многих областях успехи Японии обусловлены преимущественно использованием зарубежных научных и производственных достижений (приобретение соответствующих лицензий, импорт техники). Например, такая в высшей степени наукоемкая отрасль, как авиастроение, в котором всегда воплощаются самые передовые достижения науки, техники и технологии, развита в Японии довольно слабо: практически все самолеты японских авиакомпаний импортируются из-за рубежа. Невысокого уровня достигла Япония и в освоении космоса, не отличается большой оригинальностью ее атомно-энергетическая техника, невелико число крупных достижений в биотехнологии, весьма заметно отстает она от США в области программного обеспечения для современной информационно-вычислительной техники.

Вместе с тем в последнее время в связи с резким обостре-

нием конкурентной борьбы на мировых рынках Япония вынуждена уделять особое внимание мерам по форсированию научно-технического прогресса, причем уже не столько за счет использования зарубежных достижений, так как условия их заимствования становятся все более жесткими, сколько за счет активизации собственных творческих усилий.

Япония относится к числу стран, где сложились весьма благоприятные условия для автоматизации промышленного производства: этому способствует большой опыт по выпуску и применению оборудования с числовым программным управлением, роботов, информационно-вычислительной техники. Нынешний этап развития научно-технического прогресса в Японии характеризуется, в частности, переходом к широкому внедрению различных видов гибких производственных систем, начиная от их элементарных звеньев и кончая «безлюдными» цехами или даже небольшими предприятиями. Решающий вклад вносит передовая техника и технология в повышение качества продукции.

Процесс автоматизации, особенно быстро набирающий силу в машиностроении, захватывает и другие сферы. В частности, крупномасштабное распространение информационной техники открывает самые широкие перспективы автоматизации конторского труда, сливаясь с автоматизацией производства в единый процесс «кибернетизации» практической деятельности. Этот процесс сознательно направляется политическими и деловыми кругами Японии, декларирующими цель преобразовать к 2000 г. японское «индустриальное общество» в «информационное». Особое внимание уделяется развитию информатики и вычислительной техники, формированию новой отрасли экономики — индустрии информации, популяризации идей и принципов информатизации общества, причем эти задачи решаются весьма высокими темпами.

Существует, однако, и другая сторона информатизации японского общества. Как никогда прежде здесь обостряется проблема «сосуществования» человека и новейшей техники. В условиях капитализма развивающаяся техника «наступает» на человека, требуя необыкновенно быстрой адаптации его к новым условиям, вызывая высокие стрессовые нагрузки, угрожая потерей рабочего места. Автоматическая техника, распространяющаяся на промышленных предприятиях и в учреждениях, полностью обесценивает традиционное мастерство, приобретавшееся порой десятилетиями, и в то же время оказывается практически недоступной для тех, кто не обладает знаниями в области информатики и электроники. Её высокая производительность резко сокращает потребность в рабочей силе и в первую очередь бьет по тем, кто еще не имеет работы, т. е. по молодежи.

Современный этап научно-технического прогресса в Японии — это этап особых по своей значимости процессов в жизни японского общества. Они, несомненно, имеют долговременный

характер и раскрыли свое содержание еще далеко не полностью. Однако уже сейчас имеется возможность охарактеризовать важнейшие закономерности этих процессов, а также сущность проблем, возникающих в ходе их развития, что, в свою очередь, позволяет лучше уяснить как способы, которые правящие и деловые круги Японии используют для форсирования научно-технического прогресса, так и обусловленные им важнейшие социально-экономические последствия.

В предлагаемой читателю работе сделана попытка показать особенности современного этапа научно-технического прогресса в Японии как этапа серьезных перестроечных процессов во всей системе производительных сил. Специфика этих процессов такова, что в той или иной степени они проявляются и в условиях социалистической экономики. Поэтому материалы данной работы, как представляется, позволяют сделать некоторые выводы и обобщения, полезные и для совершенствования научно-технической и производственной деятельности в народном хозяйстве нашей страны.

Глава 1

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЯПОНИИ

Оценка уровня научно-технического развития

Важнейшими факторами, обеспечивающими высокие темпы экономического развития послевоенной Японии, являются непрерывный рост и качественное совершенствование ее научно-технического потенциала — одного из наиболее активных элементов современного воспроизводственного процесса. В первую очередь обращают на себя внимание его количественные, «ресурсные» составляющие — материально-техническое и кадровое обеспечение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). В то же время большое значение в Японии уделяется и качественным его составляющим — системе организации и управления научной деятельностью, ее информационному обслуживанию, подготовке текущих и перспективных программ НИОКР.

Расходы на НИОКР в Японии увеличиваются постоянно. В первой половине 70-х годов среднегодовые темпы их роста составляли 17% в текущих ценах и 2,8% в ценах 1975 г., во второй половине 70-х годов — соответственно 12,3 и 5,4%, в первой половине 80-х годов — около 12 и 8%.

В настоящее время и по размерам затрат на НИОКР, и по числу занятых в этой области Япония находится на втором месте среди капиталистических стран. Так, ее расходы на НИОКР в 1984/85 г.¹ достигли 7,89 трлн. иен, что составляет около одной трети от уровня США (табл. 1). Однако по расходам на НИОКР в расчете на душу населения Япония отстает от США значительно меньше — только в 1,5 раза, а по их отношению к национальному доходу даже несколько опережает США. Число занятых НИОКР в Японии, по данным на начало 1982 г., составляет 676,3 тыс. (включая вспомогательный персонал — ассистентов, техников, работников административных служб, — насчитывавший 284 тыс. человек). Япония существенно превосходит по этому показателю любую из капиталистических стран, уступая только США.

С точки зрения характеристики научно-технического потенциала страны особенно важны данные о научно-исследовательском персонале. По его численности Япония значительно усту-

пает Соединенным Штатам, что наглядно видно из приводимых ниже данных, хотя следует учитывать, что для нее указано число научных работников, занятых только в области естественных и технических наук, т. е. около 85% всех научных работников (тыс.) [11, 1986, с. 28—29; 83, 1986, № 2, с. 26]:

Год	США	Япония
1980	651,6	302,6
1981	683,7	317,5
1982	703,4	329,7
1983	719,6	342,2
1984	741,6	370,0
1985	...	382,6

Более половины научных работников Японии в 1985 г. работало в промышленности (59,6%), на вузы и НИИ приходилось соответственно 31,8 и 8,6%. Их распределение по отраслям науки позволяет представить приоритеты кадрового обеспечения НИОКР (%) [83, 1986, № 2, с. 26]:

Отрасль	Доля
Электротехника (включая электронику) и связь	19,4
Механика и ее технические приложения	17,4
Медицина	17,0
Химия	14,3
Физика и математика	6,1
Сельскохозяйственные науки	5,9
Фармакология	3,2
Биология	1,8
Прочие	14,9

Из числа научных работников, занятых в промышленности, три четверти ведут исследования и разработки в области химии (20,5%), механики (25,7%), электротехники (28,8%).

Не имея полных данных о численности научных работников в других ведущих капиталистических странах, укажем, однако, для сравнения, что в ФРГ их насчитывалось в 1981 г. 128,2 тыс., во Франции в 1983 г.—92,7 тыс., в Англии в 1981 г.—95,5 тыс. [11, 1986, с. 28—29].

В Японии в общей структуре расходов на НИОКР², сформировавшейся к началу 80-х годов, доля расходов на фундаментальные исследования достаточно высока — 13,6% (1984/85 г.), что даже несколько больше, чем в США (12,6%). По удельному весу ассигнований на прикладные исследования обе страны довольно близки (25,1% в Японии и 22,1% в США). Обращает на себя внимание доминирование расходов на опытно-конструкторские разработки (ОКР) — 61,3%, что, несомненно, способствует полноте производственного освоения результатов фундаментальных и прикладных исследований.

НИОКР ведутся в Японии в промышленных компаниях (по данным за 1984/85 г., затраты последних составляют 71,6% общих расходов на НИОКР), в вузах (14,8%), государствен-

Таблица 1

Объем затрат на НИОКР *, трлн. иен

Год	США	Япония	ФРГ	Франция	Англия
1975/76	10,45	2,97 (2,62)	2,97	1,81	1,46
1976/77	11,57	3,32 (2,94)	3,03	1,85	...
1977/78	11,49	3,65 (3,23)	3,21	1,81	...
1978/79	10,13	4,05 (3,57)	3,31	1,76	1,46
1979/80	12,04	4,58 (4,06)	4,32	2,27	...
1980/81	14,20	5,25 (4,68)	4,87	2,74	...
1981/82	15,86	5,98 (5,36)	4,07	2,54	2,69
1982/83	20,00	6,53 (5,88)	4,57	2,84	...
1983/84	20,82	7,18 (6,5)	4,35	2,58	...
1984/85	22,78	7,89 (7,18)	...	...	...

* [11, 1985, с. 5, 1986, с. 28; 83, 1986, № 2, с. 23]. Для Японии в скобках указаны расходы на НИОКР только в области естественных и технических наук.

ных НИИ (9,8%)³. В расходах компаний на НИОКР наибольший удельный вес занимают опытно-конструкторские разработки — 72,4% и лишь 5,6% идет на фундаментальные исследования. В вузах большая часть расходов приходится на фундаментальные (54,9%) и весьма значительная (36,6%) — на прикладные исследования. В НИИ в достаточно крупных пропорциях представлены все три вида работ: 13,9% — фундаментальные исследования, 29,9% — прикладные, 56,2% — ОКР [11, 1986, с. 15, 30—31].

Учитывая распределение затрат на НИОКР, можно подсчитать, что около 60% всего объема фундаментальных исследований приходится на вузы и примерно 30% — на компании. Последние финансируют также около 60% прикладных исследований и почти полностью — ОКР (около 85%).

Таким образом, выполнение прикладных исследований, и особенно завершающих их опытно-конструкторских разработок, самым непосредственным образом связано в Японии с финансовым, научно-техническим и производственным потенциалом частных промышленных компаний, являющихся мощными научно-производственными организациями и во многих случаях, особенно когда речь идет о крупных компаниях, широко диверсифицированных по отраслям. В результате существенно упрощается распространение научно-технических достижений сразу в нескольких отраслях. Вместе с тем следует учитывать, что частному капиталу подчинены не только промышленные компании, но и значительная часть НИИ и вузов. Иными словами, его роль в организации НИОКР весомее, чем это явствует из приведенных выше цифр. Так, в 1984/85 г. на него приходилось 79,1% всего объема НИОКР, что значительно пре-

вышает долю частного сектора в затратах на НИОКР в США (53,4%), ФРГ (57,7%), Франции (42,0%), Англии (52,3%) [11, 1986, с. 15, 28].

Таким образом, при финансировании НИОКР в Японии все же более, чем в других высокоразвитых капиталистических странах, доминирует частный сектор. В этом зарубежные партнеры Японии усматривают порой своего рода «привилегированность» ее положения, отмечая, что проводимые ею НИОКР направляются в основном интересами частного сектора и служат целям усиления конкурентоспособности японской продукции, а не увеличения вклада страны в мировой научно-технический прогресс. Это утверждение нередко аргументируется данными о том, что из 500 новых оригинальных изделий и технологий, созданных в капиталистических странах за 1953—1973 гг., 234 приходились на долю США, 45 — Англии и лишь 26 — Японии [106, 1981, № 7, с. 830].

Если обратиться к такой оценке, как число нобелевских лауреатов в области естественных наук (физики, химии и медицины), то здесь Япония особенно заметно уступает другим странам: в Японии их 4, тогда как в США — 114, в Англии — 41, в ФРГ — 15 (1945—1984) [11, 1985, с. 35].

В том же направлении действуют выводы из анализа структуры японских научно-технических нововведений. Если разделить их на три группы — «имеющие мировое значение», «крупные технические достижения» и «усовершенствования известных решений», то окажется, что нововведения, осуществленные в Японии, распределяются по этим трем группам в следующем соотношении: 7,7; 53,8; 38,5% [12, 1981, с. 25]. При сравнении со структурой нововведений, осуществленных в США (27,4; 31,2; 41,4%), Англии (55,6; 40; 4,4%), Франции (23,5; 64,7; 11,8%), ФРГ (13,6; 50; 36,4%), видно, что по нововведениям первой группы позиции Японии самые скромные. Ее успехи заметны лишь среди нововведений второй группы. Вместе с тем интересно отметить, что Япония не переносит центр тяжести своей научно-технической деятельности в сторону нововведений третьей группы («усовершенствование известных решений»), хотя, как известно, активность японских товаропроизводителей заметна и на этом направлении.

К важнейшим результатам, в которых материализуются усилия по разработке новых научно-технических решений, обычно относят заявки на изобретения, а также получаемые патенты. Состояние оцениваемой по их числу «изобретательской активности» в Японии начиная со второй половины 70-х годов иллюстрируют данные табл. 2.

Чтобы определить уровень «изобретательской активности» в Японии, сопоставим число японских заявок на изобретения с аналогичными данными по другим странам (табл. 3).

Если суммировать заявки на изобретения у себя в стране («внутренние» заявки) и за рубежом и таким образом опреде-

Таблица 2

Число японских заявок и патентов в Японии и за рубежом *

Год	В Японии		За рубежом	
	Заявки	Патенты	Заявки	Патенты
1976	135 762	32 465	28 422	20 229
1977	135 991	43 047	29 046	21 308
1978	145 517	37 648	30 177	21 685
1979	150 623	34 863	31 493	16 350
1980	165 730	38 032	35 254	20 289
1981	191 645	42 080	34 507	19 468
1982	210 922	42 223	36 866	23 860
1983	227 743	45 578	33 388	25 522
1984	256 205	51 690	...	...

* Составлено по [11, 1986, с. 132—135].

лить «максимальный объем притязаний» заявителей различных стран, то наибольшим он будет у японских изобретателей, причем с середины 70-х годов наблюдается его более быстрый рост, чем у изобретателей других государств.

Таблица 3

Число заявок, подаваемых изобретателями ведущих капиталистических стран *

Изобретатели по страновой принадлежности	1981 г.		1982 г.		1983 г.	
	В своей стране	За рубежом	В своей стране	За рубежом	В своей стране	За рубежом
Японские	191 645	34 507	210 922	36 866	227 743	33 388
Американские	62 404	71 073	63 316	65 335	59 391	59 789
Западногерманские . .	29 841	41 581	30 668	38 945	31 658	33 203
Английские	20 808	16 322	20 530	16 144	19 893	14 890
Французские	10 945	14 982	10 681	15 444	11 147	13 538

* Составлено по [11, 1983, с. 22—23; 1985, с. 38—39; 1986, с. 40—41].

Правда, в сведениях о заявках, направленных за рубеж, не обращается внимания на то что заявка на одно и то же изобретение подается в патентные ведомства различных стран, т. е. возникает погрешность, вызванная многократным счетом заявок аналогичного содержания. В то же время было бы неверным судить об «изобретательской активности» только по заявкам, поданным в свое, национальное патентное ведомство, поскольку заявки, направляемые за рубеж, отражают, хотя и косвенно, «качественный» аспект этой активности: за рубеж направляются такие заявки, которые содержат наиболее ценную и перспективную техническую информацию.

Как видно из данных табл. 3, японские заявки в основном

«претендуют» на использование внутри страны, в зарубежные же патентные ведомства их направляется примерно в 6 раз меньше. Это явление совершенно специфическое для Японии: в других странах лишь в отдельные годы число заявок обоих видов оказывается близким или же число «внутренних» заявок несколько превалирует. Объяснение указанному явлению в какой-то степени можно усмотреть в том, что поток японских заявок все же непропорционально велик в сравнении с объемом проводимых НИОКР, «не подкрепляется» им, иными словами, «техническая информативность» немалой части японских заявок относительно невысока.

Можно с достаточным основанием считать, что «слабой» составляющей потока японских заявок на изобретения как раз и являются «внутренние» заявки. Судя по данным табл. 2, едва лишь пятая их часть становится патентами, тогда как за рубежом — две заявки из трех. Это отражает, безусловно, более строгий подход к подготовке заявок, направляемых за рубеж, более тщательный анализ патентоспособности заявляемого и т. д.

Нередко в литературе встречаются данные о «патентном балансе» между странами, т. е. производятся сравнения, например, числа патентов, выданных в США заявителям Японии, и числа патентов, выданных в Японии американским заявителям. Разумеется, получение патента за рубежом непременно приносит экономические выгоды заявителям, поскольку фирмы страны, выдающей патент на изобретение, не могут без специального разрешения (лицензии) фирмы-заявителя использовать информацию, содержащуюся в патенте, на своих предприятиях — даже для производства, ориентированного на внутренний рынок, не говоря уже об экспорте за рубеж. Но в то же время без анализа содержания патентов, только с помощью их «штучного» счета, судить о взаимных позициях сторон в сфере патентования невозможно.

Тем не менее сравнения в части «патентного баланса» представляют определенный интерес. Обобщая и усредняя все факторы, действующие в этой сфере, они приводят к результатам, объяснение которых было бы полезным для анализа некоторых особенностей научно-технического развития Японии.

Как видно из табл. 4, с середины 70-х годов «патентный баланс» Японии со всеми зарубежными странами, вместе взятыми, а также рядом ведущих капиталистических государств положительный. Но, например, в «патентном балансе» Японии со Швейцарией на рубеже 70—80-х годов наблюдается обратная картина: с 1978 г. он отрицательный (в 70-е годы положительным он был лишь в 1975, 1976 и 1977 гг.). Можно отметить отсутствие в последние годы определенной тенденции в «патентном балансе» Японии с Нидерландами. В то же время в «патентных отношениях» с Канадой наблюдается резкий перевес в пользу Японии: в 70—80-е годы японские заявители получают

Таблица 4

«Патентный баланс» Японии *

Патенты, выданные**	Число патентов						
	1977 г.	1978 г.	1979 г.	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.
<i>США</i>							
в Японии	4 884	4 014	4 625	3 968	4 371	4 101	4 413
по японским заявкам	6 205	6 914	5 069	7 173	8 390	8 149	8 794
Баланс	1 321	2 900	444	3 205	4 019	4 048	4 381
<i>Англия</i>							
в Японии	585	428	526	493	492	462	505
по японским заявкам	3 742	4 185	2 101	2 274	1 795	4 369	5 022
Баланс	3 157	3 757	1 575	1 781	1 303	3 907	4 517
<i>ФРГ</i>							
в Японии	1 551	1 269	1 491	1 336	1 460	1 527	1 692
по японским заявкам	2 218	2 337	2 441	2 340	1 544	1 979	2 618
Баланс	667	1 068	950	1 004	84	452	926
<i>Франция</i>							
в Японии	483	401	509	434	473	465	539
по японским заявкам	1 992	2 347	1 551	1 904	1 796	2 011	2 197
Баланс	1 509	1 946	1 042	1 470	1 323	1 546	1 658
<i>Все зарубежные страны</i>							
в Японии	9 561	7 856	9 241	8 074	8 824	8 378	9 121
по японским заявкам	21 308	21 685	16 350	20 289	19 468	23 860	25 521
Баланс	11 747	13 829	7 109	12 215	10 644	15 482	16 391

* [11, 1986, с. 132—135].

** Патенты, выданные в Японии заявителям из соответствующей страны, и патенты, выданные японским заявителям в той же стране.

здесь в среднем ежегодно около 1500 патентов, а канадские заявители в Японии — только около 100 патентов.

Как уже отмечалось, абсолютные величины патентных потоков (так же как и заявок) не дают представления об истинной ценности заключаемой в них информации. Поэтому рассмотрим теперь следующий этап инновационной деятельности, с которым связано практическое использование патентов и другой технической и производственной информации, — лицензионную торговлю (торговлю технологиями).

В отличие от США и Англии баланс в области лицензионной торговли у Японии отрицателен. В 1984/85 г. он достиг 1,63 млрд. долл. (выплаты — 2,32 млрд. долл., поступления — 0,69 млрд. долл.). Это свидетельствует об определенном отставании ряда японских разработок как по своему уровню, так и по времени их завершения, а следовательно, о необходимости приобретения значительного количества лицензий у зарубежных фирм, опередивших Японию и запатентовавших в ней свои изобретения [11, 1986, с. 138].

Однако при решении вопроса о том, является активный импорт научно-технических достижений слабым или сильным местом японской политики в области науки и техники, необходимо иметь в виду, что именно благодаря этой политике (которая осуществлялась с учетом относительной дешевизны японской рабочей силы, весьма низких цен на топливо и сырье, невысокой стоимости их перевозки на большие расстояния морским транспортом и др.) Япония, как известно, быстро преодолела техническое отставание от других стран, реконструировала целый ряд отраслей и создала новые (50—60-е годы), а затем построила современную индустриальную систему. Отраслевая структура японского импорта лицензий постоянно сочеталась с решением тех или иных ключевых задач развития экономики страны. Вплоть до настоящего времени в условиях высоких темпов научно-технического прогресса Япония осуществляет широкую закупку лицензий, совершенствуя производственную технологию, модели выпускаемых изделий и их качество, повышая производительность труда и снижая производственные издержки. Так, за 1950—1983 гг. Япония закупила более 40 тыс. лицензий (причем свыше половины в США).

Главным фактором, ориентировавшим Японию на такую политику, являлась не столько экономия средств (за счет того, что в стране не проводились соответствующие собственные НИОКР), сколько сам факт быстрого получения надежных технических решений, позволяющих наладить выпуск товаров, имеющих высокий спрос на мировых рынках, и их массовый экспорт, который, в свою очередь, обеспечивает материальные возможности импортировать топливо, сырье, продовольствие, многие виды полуфабрикатов и готовых изделий. Поскольку во многих случаях лицензионное производство продукции возможно лишь тогда, когда она уже не считается новой и уже широко распространяется на рынках, японским фирмам приходилось (и приходится) решать немало сложных задач, в первую очередь вносить в продукцию, выпускаемую по лицензиям, немалый объем доработок и усовершенствований.

Приведенные выше кумулятивные данные о лицензионной торговле Японии не позволяют четко выявить новые тенденции в японской политике в рассматриваемой области, поскольку на баланс в этой торговле воздействуют платежи по лицензиям, приобретенным много лет назад. Что же касается баланса по соглашениям, заключенным в каждом отдельном году, то оценивать его крайне сложно, поскольку данные о поступлениях и выплатах по таким соглашениям уже начиная со следующего года включаются в общий баланс лицензионной торговли. Тем не менее, так как ежегодные балансы по «новым» соглашениям для Японии начиная с начала 70-х годов положительны (в год их заключения), можно полагать, во-первых, что уровень НИОКР в стране заметно повысился и, во-вторых, что центр тяжести в научно-технической политике деловых кругов Япо-

нии смещается в сторону собственных исследований и разработок, хотя уже через один-два года после заключения «новых» соглашений поступления скорее всего меньше платежей, ввиду того что последние пропорциональны выпуску продукции, а для японских продуцентов весьма характерен ее выпуск именно крупными сериями.

Весьма показательной характеристикой научно-технической политики Японии является структура расходов на получение научно-технических результатов — на собственные исследования и разработки и на приобретение результатов НИОКР за рубежом. Отношение суммы ежегодных платежей за лицензии к суммарным годовым расходам на собственные НИОКР и лицензионные платежи отражает степень ориентации страны на использование иностранных научно-технических достижений при создании новых процессов и организации производства новой продукции. В конце 70-х годов это отношение составляло: в США — 1,7%, в Японии — 7 (в 1965 и 1970 гг. — 12,3 и 11,5%), в Швеции — 10, в ФРГ — 11, в Англии — 18, в Италии — 24% [73, 1981, № 3, с. 120]. На рубеже 70—80-х годов рассматриваемый показатель в Японии сократился до 6,5%. Приведенные цифры говорят о том, что структура расходов Японии на получение научно-технических результатов, особенно в последнее время, сориентирована на активное использование ее собственного научно-технического потенциала, более активное, чем у целого ряда развитых западноевропейских стран.

Как известно, межстрановые сравнения, проводимые по отдельным параметрам, не дают достаточно ясного представления о положении дел в целом. Поэтому всегда вызывают большой интерес комплексные оценки с помощью обобщающих показателей, включающих в себя целый ряд параметров. К ним, в частности, относятся оценки научно-технического развития Японии, которые периодически проводятся ее Управлением по науке и технике (Кагаку гидзюцу тэ) и публикуются в «Белой книге по науке и технике». Несмотря на схематичность, они интересны тем, что позволяют просто и весьма наглядно сравнивать отдельные страны по их научно-техническому развитию, а также рассматривать, как изменяется результативность научно-технического потенциала любой отдельно взятой страны. С этой целью вводятся два показателя. Первый оценивает достигнутый уровень научно-технического развития («гидзюцурёку»), второй — возможности к дальнейшему повышению этого уровня («гидзюцу кайхацурёку»).

Для вычисления первого показателя используются следующие критерии: 1) число патентов на изобретения, полученных национальными заявителями, 2) объем внешней торговли лицензиями в стоимостном выражении, 3) величина экспорта наукоемкой продукции, 4) добавленная стоимость, созданная в обрабатывающей промышленности. Нетрудно заметить, что это факторы в первую очередь научно-технического развития про-

Таблица 5

Показатели научно-технического развития группы капиталистических стран во второй половине 70-х годов *, %

Общее число патентов, полученных национальными заявителями		Число патентов, полученных национальными заявителями за рубежом		Объем внешней торговли лицензиями		Объем экспорта лицензий	
Страна	Доля	Страна	Доля	Страна	Доля	Страна	Доля
США	39,0 (46,5)	США	40,2 (49,1)	США	44,3 (55,9)	США	62,1 (75,3)
Япония	23,3 (9,8)	ФРГ	27,1 (25,6)	Франция	25,8 (15,0)	Франция	23,2 (10,8)
ФРГ	20,1 (19,8)	Япония	12,9 (4,8)	Япония	10,8 (9,5)	Англия	7,2 (8,5)
Франция	9,3 (11,5)	Франция	10,6 (9,2)	ФРГ	9,9 (8,6)	ФРГ	4,4 (4,0)
Англия	8,3 (12,4)	Англия	9,2 (11,3)	Англия	9,2 (11,0)	Япония	3,1 (1,4)
Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)
Экспорт наукоемкой продукции		Добавленная стоимость в обрабатывающей промышленности		Расходы на НИОКР		Число исследователей	
Страна	Доля	Страна	Доля	Страна	Доля	Страна	Доля
ФРГ	29,1 (28,4)	США	49,9 (59,8)	США	56,4 (71,5)	США	52,0 (63,5)
США	26,0 (34,8)	Япония	17,5 (10,7)	Япония	15,2 (5,2)	Япония	25,0 (16,4)
Япония	20,8 (11,6)	ФРГ	16,4 (14,3)	ФРГ	13,3 (7,5)	ФРГ	9,3 (7,3)
Франция	12,4 (9,9)	Франция	9,7 (9,3)	Франция	8,5 (7,8)	Англия	7,3 (6,7)
Англия	11,7 (15,3)	Англия	6,5 (5,9)	Англия	6,6 (8,0)	Франция	6,4 (6,1)
Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)	Итого	100,0(100,0)

* [12, 1981, с. 331—332]. В скобках — данные за вторую половину 60-х годов.

изводственной базы страны, ее технических способностей («технической мощи»). После выражения каждого из этих критериев в долях от суммы его значений для всех сравниваемых стран (табл. 5) определяется среднее арифметическое преобразованных таким образом четырех критериев для каждой страны, которое и оценивает достигнутый ею уровень научно-технического развития. Так, во второй половине 70-х годов он составил для Японии 18,1% (суммарный уровень США, ФРГ, Франции, Англии и Японии принят за 100%). Это соответствовало третьему месту после США (39,8%) и ФРГ (18,9%). Четвертое место принадлежало Франции (14,3%), а пятое — Англии (8,9%).

Наиболее наглядными результаты становятся, если уровень США принять за единицу (1,0). Тогда для второй половины 70-х годов уровень научно-технического развития ФРГ составит 0,47, Японии — 0,45, Франции — 0,35, Англии — 0,22. Результаты для второй половины 60-х годов: США — 1,0, ФРГ — 0,36, Франция и Англия — по 0,23, Япония — 0,21. Видно, что за десятилетний период Япония не только переместилась с последнего места на позиции, отвечающие третьему месту, но и существенно, чем другие рассмотренные страны, сократила отставание от США (хотя еще сохраняется более чем двукратный разрыв).

Показатель, оценивающий возможности дальнейшего роста научно-технического уровня страны, вычисляется как среднее арифметическое трех комплексных показателей. Одним из них служит уже известный показатель достигнутого уровня научно-технического развития, рассматриваемый в качестве как бы отправной точки дальнейшего роста, а два других оценивают соответственно результативность развертываемых НИОКР и объем вовлекаемых в них ресурсов. При этом показатель результативности НИОКР определяется как среднее арифметическое таких приведенных к относительному виду критериев, как объем экспорта лицензий и число патентов, полученных за рубежом, а ресурсный показатель — как среднее пропорциональное приведенных к относительному виду затрат на НИОКР и численности научных работников.

Значения итогового показателя во второй половине 70-х годов составили (в процентах от его суммы для всех пяти стран): 48,6% для США, по 15,3% для ФРГ и для Японии, 12,9% для Франции и 8,0% для Англии.

Если и здесь принять показатель США за 1,0, то для Японии во второй половине 70-х годов он составит, как и для ФРГ, 0,31, для Франции — 0,26 и для Англии — 0,16. Результаты, относящиеся ко второй половине 60-х годов: США — 1,0, ФРГ — 0,22, Франция и Англия — по 0,16, Япония — 0,13. Таким образом, и по этому показателю Япония достигла за десятилетие значительного прогресса, вышла на одно место с ФРГ и быстрее других стран сокращала разрыв с США. Вместе с тем именно по данному показателю Япония, как, впрочем, и другие страны,

сильнее всего отстает от США (он практически вдвое ниже, чем в США).

Для получения более полных и объективных представлений о научно-техническом развитии страны, в особенности о результативности этого процесса, представляется целесообразным привлечь к рассмотрению такие факторы, как численность населения, рабочей силы и научных работников. Интересно отметить, что в этом случае, т. е. при переходе к «удельному» исчислению, показатели, характеризующие научно-техническое развитие Японии, становятся относительно невысокими и среди рассмотренных стран она перемещается на последние места. Здесь наиболее показательным является сравнение с ФРГ, поскольку по ряду важнейших вопросов экономического развития позиции этих стран весьма сходны.

Как уже говорилось, Япония по абсолютным величинам обобщающих показателей научно-технического развития находится на уровне ФРГ, а по некоторым частным показателям (см. табл. 5) заметно отстает. Однако следует отметить, что Япония имеет вдвое большую, чем ФРГ, численность населения и рабочей силы и располагает в 2,5 раза большим числом научно-исследовательского персонала.

Значительное отставание Японии от ФРГ по «удельным» значениям показателей свидетельствует, по-видимому, о том, что фазы развития научно-технического потенциала обеих стран различны: у ФРГ — более поздняя, зрелая. Однако скорости роста «удельных» показателей развития Японии весьма высоки: со второй половины 60-х по вторую половину 70-х годов ее доля по всем критериям, характеризующим результативность научно-технического развития, значительно увеличилась, а ФРГ — почти не изменилась (за исключением расходов на НИОКР и числа исследователей). Поэтому представляется вполне реальным, что показатель «технической мощи» Японии со временем должен стать в 2 раза выше, чем в ФРГ, — пропорционально ее преимуществу в людских ресурсах, используемых в экономике в целом, а также в сфере научно-технической деятельности, что, разумеется, найдет свое отражение не только в количественных, но и в качественных характеристиках ее научно-технического потенциала. При этом еще в большей степени будут проявляться тенденции превращения Японии в своего рода «технологическую лабораторию» капиталистического мира, обеспечивающую эффективное освоение современных достижений науки и техники. Именно благодаря значительным абсолютным объемам людских и организационно-технических ресурсов, другими словами, реализуя «масштабный эффект» своего научно-технического потенциала, Япония в предстоящий период, несомненно, сможет значительно расширить сферы своей научно-технической и производственной деятельности, а в ряде областей выйдет и на самые передовые позиции, включая и те, где господствовали ее зарубежные конкуренты.

Особенности японской научно-технической стратегии

Как видно из приведенных выше данных и оценок, научно-техническое развитие Японии и повышение результативности ее научно-технического потенциала осуществляются довольно быстро. Однако еще не так давно уровень научно-технического развития Японии был ниже, чем у любой из ведущих капиталистических стран. Возникает естественный вопрос: что позволяло и позволяет японским фирмам успешно преодолевать конкуренцию самых крупных и авторитетных производителей промышленной продукции, уверенно завоевывать и прочно удерживать позиции в области ее производства и последующего сбыта на мировых рынках?

Особенности развития экономики современной Японии рассмотрены в научной литературе достаточно подробно (см., например, [26; 28; 42; 59]). В частности, в работах, посвященных особенностям промышленного производства в Японии, показано, что на разных этапах его развития японские фирмы активно маневрировали, тесно увязывая между собой научно-техническую и торгово-промышленную политику. Так, видный японский ученый М. Моритани приводит восемь вариантов сочетания внешней торговли готовой продукцией и технологией, т. е. лицензиями и другой научно-технической и производственной документацией. Столь большое число вариантов связано с тем, что оба вида торговли характеризуются тремя «режимами»: 1) импорт, 2) экспорт, 3) отсутствие как импорта, так и экспорта. Представляется интересным хотя бы кратко рассмотреть упомянутые варианты, поскольку каждый из них позволяет судить о позициях Японии в той или иной научно-технической области на различных этапах ее развития, включая и нынешний [63, с. 163—165; 34, с. 213—218].

1. Осуществляется только импорт готовой продукции, а торговля технологией, связанной с этой продукцией, отсутствует. В настоящее время типичным примером этого варианта являются большие пассажирские самолеты, покупаемые в США.

2. Импортируются как готовая продукция, так и соответствующая технология. В подобной ситуации, как нетрудно видеть, заложены основы преодоления зависимости от товарных закупок за рубежом. Наиболее типичной реализацией данного варианта является приобретение комплектного производственного оборудования вместе с технической документацией на осуществление конкретных технологических процессов. В Японии этот путь хорошо известен: достаточно упомянуть послевоенное развитие сталелитейной и химической промышленности. Закупалось много оборудования и для теплоэнергетики, а параллельно — лицензии, на основе которых уже в самой Японии изготавливались различные системы и компоненты, позволяющие непрерывно модернизировать приобретенное оборудование.

Таким путем шло развитие энергоблоков тепловых электростанций в 50—60-е годы, а затем атомных электростанций.

3. Из других стран ввозится только технология, торговля готовыми изделиями не ведется. Производимая на ее базе продукция предназначена лишь для удовлетворения внутренних потребностей и полностью их покрывает. До середины 50-х годов в соответствии с этим вариантом Япония выпускала очень много видов различных товаров, в первую очередь массового потребления, например черно-белые телевизоры, нейлон, транзисторную радиоаппаратуру. В 50-е годы по этому пути пошло и японское автомобилестроение: фирма «Ниссан» активно использовала лицензии английской «Остин», «Исудзу» — английской «Хиллман», «Хино» — французской «Рено», «Мицубиси дзюкогё» — американской «Виллис».

4. Данный вариант отличается от предыдущего лишь тем, что объемы производимой по лицензиям продукции превышают емкость внутреннего рынка, поэтому все большая ее часть начинается экспортироваться. Успеху экспорта в известной степени способствует и предшествующая «обкатка» продукции на внутреннем рынке. Так, например, к 1957 г. японские телевизоры вышли на уровень стандартов качества, действовавших в те годы в США и Англии, и начали успешно экспортироваться. Сходная ситуация и с выпуском нейлона, который с 50-х годов производился по лицензии фирмы «Дюпон», а в 60-е годы стал одним из важнейших объектов японского экспорта.

5. Торговля технологией не ведется, готовая продукция широко экспортируется. Этот вариант, как и все последующие, реализуется при полном отсутствии импорта технологии, что отвечает более зрелому этапу научно-технического развития страны. Данное обстоятельство, а также экспорт продукции говорят о том, что страна обладает достаточными научно-техническими возможностями для ее разработки и производственной базой для ее изготовления, о наличии спроса на нее на внешних рынках. В Японии изготавливается много видов такой продукции. Можно назвать, например, электронные калькуляторы, видеоманитофоны, цветные телевизоры, автомобили, синтетические ткани. Так, фирма «Шарп», а вслед за ней и многие другие компании начали выпуск микрокалькуляторов еще в 1964 г., а к 1970 г. примерно половина их стала экспортироваться. Что же касается японских видеоманитофонов, современные конструкции которых были разработаны в самой Японии, то объем их экспорта в начале 80-х годов превышал 80% годового выпуска.

6. Для данного варианта, как и для двух последующих, в первую очередь является характерным экспорт технологий. Различия между этими вариантами только в том, что происходит с продукцией, выпускаемой в соответствии с этой технологией. В рассматриваемом варианте продукция экспортируется. Так, Япония поставляет за рубеж комплекты оборудования ста-

лелитейных заводов и всю сопутствующую документацию. Широко развит экспорт японских автомобилей в несобранном виде одновременно с документацией на проведение операций сборки и контроля. Экспортируются лицензии на робототехническую продукцию и все более активно — с начала 80-х годов — сами промышленные роботы.

7. Осуществляется только экспорт технологии. За рубеж продается документация на технологические процессы, реализованные ранее в японской промышленности. Соответствующая же продукция, если она и производится внутри страны, по тем или иным причинам, например в случае больших издержек на ее производство внутри страны, не экспортируется. В настоящее время в Японии этому варианту соответствуют многие виды продукции машиностроения, а также химической промышленности.

8. Последний из возможных вариантов несколько необычен — это экспорт технологии и импорт соответствующей ей продукции. Однако в настоящее время он довольно распространен. Так, японский экспорт технологии, имеющий своим адресатом главным образом развивающиеся страны, обеспечивает последние надлежащей технологической и производственной документацией, позволяющей организовать производство той или иной продукции. Затем Япония импортирует эту продукцию, например многие сорта стали, отдельные радиоэлектронные детали и компоненты, продукцию химических производств. Выпуск этой продукции в самой Японии затруднялся бы проблемами сырья и охраны окружающей среды, топливно-энергетического обеспечения. Большими были бы в Японии и производственные издержки в связи с более высоким уровнем заработной платы.

Несмотря на разнообразие вариантов взаимодействия Японии с внешним миром на различных этапах научно-технического и производственного развития ее отдельных отраслей, можно отметить одну очень характерную особенность: экономический рост Японии самым непосредственным образом обусловлен крупномасштабным использованием мировых хозяйственных и научно-технических связей и принципиально, по самой своей природе, противостоит единственной не упомянутой М. Моритани модели — гипотетическому случаю, когда страна существует и развивается при отсутствии как экспорта, так и импорта и готовой продукции, и технологии. Было бы, конечно, бессмысленно говорить о возможности практической реализации такого варианта, который, по существу, означал бы полную самообеспеченность всеми видами ресурсов и возможность эффективно их использовать. Можно говорить лишь о степени удаленности страны от данного варианта как своеобразной точки отсчета. Ясно, конечно, что Япония относится к числу стран, для которых эта удаленность особенно значительна — например, по сравнению с США. Этим, собственно говоря, и предопреде-

ляется то обстоятельство, что и сегодняшняя Япония в весьма крупных масштабах реализует весь «набор» описанных ранее вариантов, умело маневрируя ими: перенося усилия с одних целей на другие, последовательно меняя формы и методы развития производства и, что немаловажно, пользуясь при этом без сколь-либо серьезных помех всеми преимуществами, вытекающими из механизма международного разделения труда.

Как уже отмечалось, Япония очень широко заимствует зарубежный научно-технический опыт, в больших масштабах импортирует технологию. Были рассмотрены и некоторые наиболее типичные примеры сочетания этих мер с производственной и торгово-промышленной политикой. Все это позволяет с достаточным основанием говорить о том, что стратегия научно-технического развития Японии, несомненно, обладает основными чертами стратегии заимствования, в основе которой лежит отказ от проведения собственными силами огромного числа исследований и разработок в расчете на получение их результатов из-за рубежа [50, с. 29]. Но, как известно, стратегия заимствования, позволяя относительно легко ликвидировать отставание в отдельных областях науки и техники, в то же время ослабляет стимулы к развитию собственных научных школ в этих областях, не позволяет тем самым превзойти наиболее передовые мировые достижения. Поэтому понятны те усилия, которые прилагаются Японией к усилению и активизации своих НИОКР, подъему на более высокий уровень фундаментальных исследований, совершенствованию цикла «наука—техника—производство».

Определенное представление о проблемах, которые стоят на этом пути перед Японией (а также и тех, что уже решены), могут дать проведенные исследовательским институтом Номура оценки современной японской продукции в системе мировых стандартов [94, 1981, № 1, с. 16]. Одним из использованных при этом критериев служит уровень новизны технических решений, радикальных усовершенствований продукции. Другой критерий — объем непринципиальных изменений, а также улучшений отделки, внешнего вида и т. п.

Первый из названных критериев показывает, насколько творческий в конструкторском и совершенный в технологическом отношении характер несет в себе создание новой продукции. По второму критерию можно судить об оперативности производства, его мобильности, гибкости при необходимости внесения изменения в технологический процесс, о качестве используемого оборудования и материалов и др.

К японской продукции, которая характеризуется высшими уровнями обоих этих критериев (всего вводится три уровня), отнесены легковые автомобили, различные виды стали общего назначения, электрические провода и кабель, цемент, керамика, фото- и киноаппаратура, электроакустическая и видеоаппаратура, часы.

Столь же высок первый критерий, но в сочетании со средним уровнем второго критерия для такой продукции, как полупроводники и интегральные схемы, измерительные приборы, средние и малые ЭВМ, бытовая электрическая аппаратура, фото- и киноплёнка. Интересно, что продукции, сочетающей высший уровень первого критерия с минимальным уровнем второго, не зафиксировано. Другими словами, японская продукция, выделяющаяся по своим научно-техническим свойствам, характеризуется дополнительно если не высшим, то по крайней мере средним уровнем в достижениях по ее «отделке».

Средним уровнем первого критерия характеризуются следующие виды продукции: средства оргтехники, специальные стали, синтетические смолы — при высшем уровне второго критерия; электромеханические изделия, поверхностно-активные вещества, большие ЭВМ — при среднем уровне второго критерия; аппаратура связи, медицинское оборудование, синтетические волокна, продукция металлообработки — при минимальном уровне второго критерия.

Группа, в которую входит продукция с низшим уровнем первого критерия, довольно обширна, особенно та ее часть, к которой относится и минимальный уровень второго критерия. В эту часть входят самолеты, атомно-энергетическое оборудование, электрические изделия общего назначения, строительные машины, металлорежущие станки, промышленные химические реактивы, медикаменты, сельскохозяйственные химикаты, нефтяное и газовое оборудование. Это продукция, создание которой в Японии сопровождается минимумом и оригинальных технических решений, и улучшающих ее доработок. К низшей группе первого критерия отнесены также торговые суда обычных типов, комплектное заводское оборудование, сельскохозяйственные удобрения (при среднем уровне второго критерия), а также котлы, двигатели и силовые установки (при высшем уровне второго критерия).

Нетрудно увидеть, что именно те виды продукции, которые соответствуют наивысшему уровню первого критерия, — автомобили, видеоаппаратура, бытовая техника, интегральные схемы и др. — активно распространяются на мировых рынках и успешно конкурируют как с западноевропейской, так и с американской продукцией. Они отличаются высокими эксплуатационными свойствами, надежностью, долговечностью, эргономическими качествами. Вместе с тем эти виды продукции не только являются удачными разработками, но и выпускаются на уровне высокоорганизованного производства, с передовой технологией, совершенными системами контроля качества. Являясь массовым, подобное производство в то же время гибко реагирует на всевозможные отклонения от базовых вариантов в связи с прогрессом техники и технологии.

Однако, несмотря на то большое значение, которое придается в Японии проблеме повышения наукоемкости производства

и соответственно наукоемкости продукции, обращает на себя внимание и то, что такие в весьма высокой степени наукоемкие изделия, как самолеты или атомно-энергетическое оборудование, находятся среди изделий, производство которых оценивается минимальным уровнем обоих критериев. Небезызвестна неудача Японии в создании атомного судна «Муцу», что привело к длительному затягиванию его строительства. В начале 70-х годов было прекращено (как убыточное) производство шестидесятиместного пассажирского самолета «YS-11». В работах над самолетом «YS-33», предназначенным ему на смену, возникли серьезные затруднения еще в процессе проектирования, что заставило отказаться от его постройки. В настоящее время Япония обеспечивает свою потребность в гражданской авиационной технике практически полностью за счет импорта. Так, в США закупаются все самолеты для внешних коммерческих линий и основная часть самолетов для внутренних линий. По американским лицензиям строятся самолеты и вертолеты для японских «сил самообороны», а также двигатели для них.

Пока еще весьма незначительны достижения Японии и в области космической техники. Четверть века, прошедшая с начала космической эры, ознаменовалась, как известно, выдающимися успехами мировой космонавтики — работой человека не только на борту многотонных космических кораблей, но и в открытом космосе, полетами автоматических станций ко многим планетам солнечной системы. Вместе с тем суммарная масса всех спутников, выведенных на орбиту вокруг Земли японскими ракетами начиная с 1970 г., составила всего лишь несколько тонн.

В Японии подобная ситуация характеризуется как сознательный отказ от развития некоторых научно-технических направлений, в первую очередь в таких областях, которые хотя и способствуют повышению научно-технического потенциала страны, но требуют весьма больших затрат, не обеспечивая гарантированных прибылей, и отвлекают специалистов от решения более важных для данного периода задач. Например, для рентабельного выпуска авиационных двигателей необходимо предусмотреть производство примерно тысячи самолетов [145, 1982, № 313, с. 3]. Япония, не имеющая современного опыта в авиастроении, соизмеримого с опытом зарубежных конкурентов (США, западноевропейского консорциума, Англии, Франции), естественно, не в состоянии пойти на организацию столь крупномасштабной программы.

Некоторые зарубежные специалисты считают, что ряд наукоемких направлений, по которым у Японии достижения невелики, особенно по сравнению с США, развиваются в современных условиях на стыке с военными отраслями промышленности, объем производства которых в США в десятки раз выше, чем в Японии, а отсюда и существенное превосходство по этим направлениям. Однако ясно также и то, что в Японии вследст-

вие относительной ограниченности военного производства и соответствующих НИОКР высвобождается значительный объем ресурсов (финансовых средств, работников и т. д.), которые можно было бы направить на активную работу по этим направлениям в рамках гражданской тематики. Суть дела состоит, видимо, в том, что в этом случае пришлось бы ослабить многие другие направления, иными словами, на активное развитие всех видов наукоемкой техники, особенно с ориентацией на уровень США, Японии не хватило бы ресурсов. Достаточно упомянуть, что на рубеже 60—70-х годов имел место десятикратный разрыв в японских затратах на НИОКР относительно американских, что именно США были и остаются основным экспортером технологии в Японию, сохраняя за собой решающий перевес над ней как по количественным, так и по качественным критериям нововведений.

Общеизвестное превосходство Японии над США в области производства некоторых видов продукции, например автомобилей, интегральных схем, бытовой техники,— это результат концентрации значительной части научно-технического и производственного потенциала на специально выбранных направлениях, с одной стороны вполне посильных для Японии, а с другой — обеспечивающих широкий экспорт ввиду исключительно большой емкости рынков подобной продукции. С этим, по-видимому, и связаны неизменная прочность позиций Японии в системе мировых хозяйственных связей, крупные успехи ее внешней торговли, несмотря на то что ее обобщающие показатели научно-технического развития лишь к началу 80-х годов достигли уровня ФРГ и остаются все еще значительно ниже уровня США.

С точки зрения положений теории научно-технического прогресса такая стратегия научно-технического развития характеризуется как селективная (избирательная) [50, с. 28—29]. В отличие от стратегии всеобщего развития, при которой в стране проводится весь комплекс исследований и разработок по максимально возможному числу научных направлений, при селективной стратегии фронт исследований сознательно ограничен, чем создается высокоэффективная концентрация ресурсов на определенных направлениях. Одновременно Япония сочетает селективную стратегию со стратегией заимствования, позволяющей быстро использовать лучшие достижения мировой науки и техники и ликвидировать отставание в тех или иных областях за счет импорта лицензий.

Интересно, что принцип селективности в выборе целей, стремление к концентрации максимума усилий на относительно узком фронте работ наблюдаются в Японии не только в научно-технической, но и в производственной сфере, и во внешней торговле. Такая «сквозная» селективность делает позиции японских производителей наукоемкой продукции особенно прочными — разумеется, на отдельных избранных направлениях. Например, успехи в выходе японских фирм на мировой рынок станков с

числовым программным управлением (ЧПУ) отнюдь не были связаны с какими-нибудь выдающимися качествами их станков. Главное, к чему стремились японские станкостроители,— это предложить станок обычной производительности, достаточно точный и универсальный, нужный массовому потребителю. Индивидуальные пожелания заказчиков сознательно отклонялись. В результате удалось наладить крупносерийный выпуск этих станков, а следовательно, организовать их сбыт по умеренным ценам, что, естественно, способствовало надежному закреплению японских фирм на внешних рынках, позволив им затем перейти к уже более глубоким техническим разработкам и расширению ассортимента.

Характерен и другой пример: за 1981—1983 гг. экспорт японских интегральных схем (ИС) в США составил 372,2 млрд. иен, а импорт— 261,5 млрд. иен [140, 24.02.1984, с. 10]. Несмотря на столь большое сальдо в пользу Японии, видно, что японские фирмы производят лишь определенные типы ИС, а по другим их типам испытывают довольно сильную зависимость от импорта, в частности из США.

Приведенные два примера, помимо того что иллюстрируют популярность в Японии селективного принципа организации научно-производственной деятельности, интересны еще с одной точки зрения. Они показывают, в частности, как сложно порой судить о научно-техническом прогрессе в Японии лишь по данным внешнеторговой статистики (с чем порой приходится встречаться), и свидетельствуют, таким образом, о важности анализа не только количественных, но и качественных параметров, характеризующих научно-технический прогресс.

Возвращаясь к вопросу об особенностях японской научно-технической стратегии, следует отметить, что в стране крепнет стремление к максимальной научно-технической самостоятельности, значительному расширению фронта НИОКР. Экономическое положение Японии в современном мире быстро меняется, на рынки промышленной продукции, в том числе и наукоемкой, выходит целый ряд новых государств, обостряются торговые противоречия с США и странами Западной Европы, патентование зарубежными фирмами своих изобретений в Японии все сильнее ставит ее в зависимость от этих фирм, а условия приобретения лицензий все более ужесточаются, в частности ограничениями на экспорт производимой по ним продукции.

Увеличение научно-технической самостоятельности связывается в первую очередь с совершенствованием подготовки и переподготовки кадров, перестройкой исследовательских процессов, переоснащением лабораторий, улучшением информационного обеспечения, приближением научной тематики к задачам, диктуемым практическими интересами.

На все это было обращено внимание в опубликованных в конце 1984 г. рекомендациях Совета по науке и технике (Кагаку гидзюцу кайги), касающихся перспектив научно-техниче-

ской политики страны. В них особо подчеркивается первоочередная необходимость перехода в проведении НИОКР с развития заимствованных идей на разработку собственных и создания широкой базы для генерирования научно-технических новшеств [152, 1985, № 13, с. 58]. Ставится задача активизировать работы в целом ряде сфер, которые были освоены недостаточно (космические исследования, «науки о жизни», материаловедение, информатика и искусственный интеллект и т. д.). Что же касается каналов учета и усвоения зарубежного опыта, то в рекомендациях предлагается значительно усилить международное научно-техническое сотрудничество — налаживать более интенсивный обмен учеными и информацией, организовывать совместные проекты, создавать учреждения, содействующие этим видам деятельности.

В смысле стратегии научно-технического развития это предполагает переход на своего рода новый виток в рамках селективной стратегии, переориентацию на новые приоритеты. Вместе с тем виток за витком данный процесс должен охватывать и все более широкую и полную сферу. Так, переместив центр тяжести в область наукоемких производств, Япония, несомненно, сохранит высокую производственную активность и в прежних областях деятельности (например, в черной металлургии, в химической промышленности, судостроении и др.), где ею накоплен ценный научно-технический опыт. Этот опыт может быть успешно реализован в интересах интенсификации производства, в частности путем его автоматизации, рационализации использования сырья и энергии, совершенствования организации и управления и т. д. Таким образом, в конечном счете научно-техническая стратегия Японии будет все больше приобретать черты стратегии всеобщего развития. С учетом постоянно растущего и повышающего свою эффективность научно-технического потенциала Японии можно предположить, что это произойдет уже в ближайшее время — разумеется, в условиях серьезной и тяжелой борьбы с зарубежными конкурентами.

Долгосрочные прогнозы развития науки и техники в Японии

В Японии, как и в других высокоразвитых странах современного мира, исключительно большое внимание уделяется анализу состояния и прогнозированию развития науки и техники. Дело, естественно, не сводится лишь к пассивному наблюдению. Как текущая информация, так и результаты прогнозирования используются для организации более целенаправленной и эффективной работы на самых важных направлениях научно-технического прогресса. Знание перспектив науки и техники позволяет своевременно организовать фронт исследований и разработок, создать для них надлежащее ресурсное обеспечение.

Разумеется, некоторые общемировые тенденции суживаются в Японии до таких масштабов, которые соответствуют ее возможностям и практическим интересам, а некоторые, напротив, находят здесь наиболее благоприятную почву.

Важным ориентиром научно-технического развития Японии стал прогноз развития науки и техники до 2010 г. Он был разработан с помощью метода Дельфи, т. е. путем анкетирования большого числа специалистов с последующим обобщением их ответов [65]. При подготовке прогноза анкетный опрос проводился дважды, причем во время второго анкетирования специалистам предоставлялась возможность ознакомиться с результатами первого и тем самым глубже представить себе анализируемые тенденции. В результате ответы экспертов, не вполне уверенных в своих оценках, переставали носить случайный характер: вносился элемент своего рода коллективного обсуждения.

Анкетирование было направлено, в частности, на выявление основных общемировых тенденций научно-технического прогресса и тех конкретных направлений, по которым могла бы развиваться в Японии новая техника. Таким образом, как отмечается и в самих материалах прогноза, с одной стороны, осуществлялось формирование перспективных целей государственной научно-технической политики Японии, а с другой — вырабатывались ориентиры научно-производственного курса частных промышленных компаний.

Объекты исследования были распределены по 13 направлениям: 1) энергетические, минеральные и водные ресурсы; 2) сельскохозяйственные, лесные и морские ресурсы; 3) быт и образование; 4) окружающая среда и безопасность жизнедеятельности; 5) здравоохранение и медицина; 6) «науки о жизни»; 7) городское хозяйство, строительство и архитектура; 8) транспорт и транспортные перевозки; 9) связь, информатика и электроника; 10) освоение космического пространства; 11) освоение Мирового океана; 12) новые материалы; 13) производство и труд.

Работой руководил специальный комитет, который, в частности, определял ее общее направление и обобщал окончательные результаты. Комитет возглавлял вице-президент НИИ комплексных исследований компании «Мицубиси». В число 18 членов комитета входили также профессора университетов, директор института Номура, президенты и директора ряда научно-технических обществ и центров, журналисты и комментаторы. Интересно отметить, что одним из членов комитета был известный писатель-фантаст Сакэ Комацу⁴.

Помимо комитета действовало 13 секций — по каждому из указанных направлений. В секциях производился отбор проблем и объектов для анкетного обследования, анализировались результаты анкетирования, в ряде случаев выполнялись некоторые конкретные методические исследования. Возглавляли

секции члены комитета. В состав секций входило от пяти до девяти человек. В частности, одним из членов секции «Производство и труд» являлся ведущий исследователь института Номура М. Моритани — автор широко известных публикаций по проблемам научно-технического прогресса в Японии.

Как уже отмечалось, анкетные обследования производились дважды. Первое было проведено 1 декабря 1981 г., а второе — в июле 1982 г. В ходе первого анкетирования были получены ответы от 1962 специалистов (что составило 87,5% общего числа адресатов анкетирования). В ходе второго анкетирования им вновь предстояло ответить на те же вопросы, но уже с учетом результатов статистической обработки первого анкетирования. На этот раз были получены ответы от 1727 человек (88% адресатов) ⁵.

Результаты обследования и составленного на его основе прогноза науки и техники отражают позицию весьма квалифицированных и влиятельных специалистов и позволяют оценить общую ориентацию японского научно-технического потенциала, направленность научно-технического прогресса в Японии. Поэтому представляется целесообразным дать краткий обзор данного прогноза, сопоставив некоторые из его ориентиров с результатами двух предыдущих прогнозов (1971 и 1976 гг.).

1. *Энергетические, минеральные и водные ресурсы.* Техника, применяемая в этой сфере, весьма разнообразна и отличается довольно высоким уровнем развития. Ее дальнейший прогресс будет проходить под знаком обостряющейся нехватки указанных ресурсов. К наиболее важным относятся энергетические проблемы, а среди них — вопросы, связанные с функционированием атомной энергетики (прежде всего обработка радиоактивных отходов и создание реакторов-размножителей на быстрых нейтронах). Среди перспективных проблем — совершенствование технических средств энергетики, работающей на традиционных энергоресурсах, разведка и добыча нефти на морском шельфе, газификация каменного угля, более широкое освоение геотермальной и солнечной энергии. Что касается минеральных ресурсов, то в первую очередь предполагаются совершенствование техники их разведки и добычи, рационализация их использования, а также решение экологических проблем, обусловленных добычей и применением полезных ископаемых. Важнейшими задачами в сфере эксплуатации водных ресурсов являются обеспечение комплексного подхода к их освоению, сохранение окружающей среды в области водных бассейнов, эффективность водопользования.

Анализ показывает, что примерно 70% основных проблем будут решаться в 90-е годы, а остальные — в последующий период. Так, ожидается, что в первой половине 90-х годов определенный вклад в расширение ресурсов будет внесен за счет обработки бытовых и промышленных отходов, очистки промышленных сточных вод, использования искусственных спутников

Земли для разведки полезных ископаемых. Важнейшей технической проблемой второй половины 90-х годов станет крупномасштабное применение реакторов-размножителей на быстрых нейтронах. На начало первого десятилетия XXI в. придется реализация энергетических систем, основанных на технике сжигания каменного угля и использовании солнечной энергии. Во второй половине этого десятилетия будет внедрен ядерный энергетический цикл с применением тория, а также получат широкое распространение магнитогидродинамические генераторы для получения электроэнергии.

Сравнение сроков реализации, указанных в данном и предыдущих прогнозах, показывает, что по самому широкому спектру проблем наблюдается «отставание» примерно на пять лет. В то же время в большинстве случаев произошло возрастание степени важности проблем, относящихся к сфере энергетики и водных ресурсов. Что касается путей решения задач по проблематике данного раздела, то был сделан вывод, что они в большинстве своем смогут быть решены на основе самостоятельных японских НИОКР [65, с. 15—16, 83—86].

2. *Сельскохозяйственные, лесные и морские ресурсы.* Проблемы, рассматриваемые в рамках этого направления, охватывали весьма широкую тематику: обеспечение продовольствием и его хранение, экономии энергии, общественные функции сельского хозяйства, лесоводства и рыболовства, технику безопасности, вопросы качества, мероприятия по улучшению питания населения, контроль за сохранением ресурсов моря, обеспечение древесины и повышение эффективности ее использования.

Согласно результатам обследования, в прогнозируемый период широкий размах должно приобрести применение методов биотехнологии — как непосредственно в производственных процессах, так и в развитии соответствующих ресурсов. В прогнозе отмечено значительное возрастание актуальности такой тематики, как преодоление стихийных бедствий на основе метеорологических прогнозов, расширение производства пищевых культур с высоким содержанием усвояемых веществ, стабильное обеспечение рыбой средних и высших сортов посредством организации «рыбных пастбищ».

Намеченные сроки решения проблем, относящихся к данному направлению, выходят за пределы 80-х годов. В первой половине 90-х годов, как ожидается, будет решена часть задач по производству биологически активных веществ методом выращивания живых тканей, а к 2000 г. — некоторые проблемы, связанные с улучшением биологических признаков на основе методов молекулярной биологии, а также с выведением новых пород животных и сортов растений методом синтеза клеток. На первые пять лет следующего века прогнозируется разработка надежных способов предотвращения стихийных бедствий на основе средне- и долгосрочных метеорологических прогнозов. В следующий пятилетний период ожидается широкое распро-

странение пищевых (кормовых) культур с высоким содержанием усвояемых веществ и решение целого комплекса проблем, связанных с созданием «рыбных пастбищ».

Следует отметить, что НИОКР по данному направлению предполагается осуществлять в основном собственными силами, практически не прибегая к импорту технологии. Немногим более десятой части всех проблем будет приходиться на совместные международные разработки. Половина проблем будет решаться на основе государственных НИОКР, а другая половина — при участии государства и частного сектора [65, с. 16—17, 143—146].

3. *Быт и образование.* В данном разделе главным образом были рассмотрены вопросы, связанные с условиями быта престарелых и инвалидов, экономией энергии (они были отнесены экспертами к наиболее важным), использованием свободного времени, совершенствованием бытовой аппаратуры (оценены как наименее важные), применением в быту микроэлектроники и техники связи и др.

Ожидается, что многие бытовые проблемы будут решены в первой половине 90-х годов, в том числе будут созданы диагностические системы для контроля на дому здоровья престарелых и инвалидов. Во второй половине 90-х годов должны получить широкое распространение бытовые системы, использующие солнечную энергию. Однако создания многоцелевых бытовых роботов для обслуживания лежачих больных и инвалидов в 90-е годы не ожидается.

Почти все проблемы будут решаться на основе собственных НИОКР при участии государства и частного сектора. Главные трудности в их решении связаны не с созданием аппаратуры, а с разработкой соответствующего программного обеспечения и баз данных. Определенная озабоченность была выражена по поводу перестройки образа жизни людей в ходе механизации и автоматизации их быта: были высказаны мнения о необходимости обратить серьезное внимание как на перспективы ослабления контактов между людьми, так и на то, что человек может утратить многие из своих способностей, если перестанет ими активно пользоваться.

Отдельным пунктом обследования являлся подраздел «Образование». Центральное место здесь заняли проблемы оптимизации процессов обучения и повышения их эффективности на базе активного использования достижений научно-технического прогресса. В качестве отдельной проблемы выделяется интеллектуальное совершенствование пожилых людей. Часть проблем, как ожидается, будет решена до конца 80-х годов (в частности, в области методов обучения с использованием ЭВМ). Наиболее продуктивным периодом их решения должна стать первая половина 90-х годов. Так, в этот период должны быть созданы системы машинного перевода с японского языка для иностранных пользователей, системы обучения в домаш-

них условиях с применением информационных обучающих систем. На начало XXI в. прогнозируется выявление механизма работы мозга.

Хотя в прогнозе утверждается, что для развития образования в Японии уже существует достаточно прочная техническая база, высказывались, однако, и мнения об ограниченных возможностях обучающей техники, поскольку процесс приобретения знаний связан с обязательным общением между людьми и всегда будет требовать от обучаемого достаточно больших затрат времени и труда. Собственные НИОКР, проводимые как государством, так и частным сектором, рассматриваются в качестве базы для решения большей части проблем сферы образования [65, с. 17—18, 181, 199].

4. *Окружающая среда и безопасность жизнедеятельности.* Проблемы, выделенные по данному направлению обследования, были подразделены на три группы: оценка и прогнозирование процессов вредного воздействия на окружающую среду; влияние изменений окружающей среды на жизнь человека и состояние используемых им материальных объектов; техника предотвращения вредного воздействия на окружающую среду. К наиболее важным отнесены проблемы радиоактивных отходов, объективного контроля за состоянием окружающей среды, диагностики глобальных экологических изменений и др. Последняя из названных проблем, как ожидается, будет решена после 2000 г. Методы предварительных, ориентировочных оценок состояния окружающей среды должны быть разработаны уже в 80-х годах. В первой половине 90-х годов появятся технические средства для предотвращения загрязнения атмосферы, будет значительно усовершенствована технология обработки мусора и сточных вод, большой прогресс ожидается в разработках имитационных моделей и методов экспериментального анализа в области проблем экологии.

НИОКР по тематике данного направления будут выполняться в основном на собственной базе. Это связано со спецификой природных, географических, экологических и прочих условий Японии, а также с тем, что она, раньше других стран ощутив остроту проблемы загрязнения окружающей среды, уже накопила значительный опыт по ее решению. Обращает на себя внимание и то, что роль частного сектора в реализации этих НИОКР предполагается весьма незначительной.

В данном прогнозе по сравнению с предыдущими решение проблем, связанных с охраной окружающей среды, отнесено на более отдаленные сроки. Кроме того, наблюдается снижение удельного веса чисто технических мероприятий и возрастание роли организационных факторов, обеспечивающих наиболее эффективный комплексный подход к решению этих проблем.

Той же группой экспертов были проанализированы перспективы повышения безопасности условий жизни. В качестве главной угрозы рассматривались стихийные бедствия, в первую

очередь землетрясения. К наиболее важным проблемам были отнесены прогнозирование крупных землетрясений и предотвращение тяжелых последствий землетрясений в больших городах, причем обе они, как ожидается, будут решены лишь после 2000 г. В первой половине 90-х годов предполагается добиться предотвращения разрушений промышленных предприятий, а во второй — создать технику, обеспечивающую своевременную регистрацию «симптомов» стихийных бедствий. Большое значение придается оценке и обеспечению безопасности лекарственных, пищевых и промышленных товаров. Успешное решение этих вопросов ожидается в первой половине 90-х годов. Эксперты полагают, что большинство проблем будет решаться на базе национальных НИОКР, что вполне естественно исходит из специфического характера природных условий Японии, в частности сейсмических. В то же время обеспечение безопасности лекарственных и химических веществ в значительной степени увязывается с программами научно-технического сотрудничества с зарубежными странами. Удельный вес частного сектора в работах по рассматриваемому направлению будет, как предполагается, еще ниже, чем при решении проблем окружающей среды.

В данном обследовании нашли свое отражение успехи в развитии автоматической техники, в первую очередь роботов для выполнения различных работ в опасных для человека условиях. Сроки массовой роботизации опасных работ по сравнению с упоминавшимися в предыдущих прогнозах теперь вполне обоснованно приближены [65, с. 18—19, 213—214].

5. *Здравоохранение и медицина.* Этот раздел включает широкий спектр проблем, связанных с поддержанием высокой работоспособности членов общества, созданием средств, обеспечивающих компенсацию стрессовых воздействий, которыми насыщена жизнь в современной Японии. К наиболее важным проблемам отнесены профилактика, диагностика и терапевтическое лечение рака, заболеваний кровеносных сосудов мозга и болезней сердца.

В первой половине 90-х годов ожидается создание диагностических систем. Во второй половине 90-х годов будут достигнуты значительный прогресс в области медицинской электронной аппаратуры и ускорение экспериментальной проверки лекарственных препаратов. Будут разработаны новые методы терапевтического лечения рака и сердечно-сосудистых заболеваний. На первое десятилетие XXI в. прогнозируется решение проблем терапевтического лечения атеросклероза и детского паралича, предупреждения инсульта и лечения его последствий, профилактики рака, наследственных и психических болезней. В глобальном масштабе должна быть решена проблема загрязнения окружающей среды. Ожидается, что методы профилактики и терапевтического лечения заболеваний будут в значительной степени разрабатываться совместно с зарубежными

странами, развиваясь в русле исследований, представляющих вполне естественный взаимный интерес. В сравнении с более ранними прогнозами решение большинства проблем несколько отсрочено, что обусловлено появлением определенных трудностей и усложнением характера исследований [65, с. 19—20, 285—288].

6. *«Науки о жизни»*. Прогнозирование по этому направлению, которое в значительной степени базируется на успехе чрезвычайно быстро развивающейся геной инженерии, является весьма сложным делом. Достаточно сказать, что число проблем, поставленных перед экспертами при подготовке данного прогноза, было наполовину больше по сравнению с предыдущими. Первое место по важности принадлежит проблемам, смежным с медициной, а среди них — раннему предупреждению рака путем соответствующего диагностирования и предотвращения развития злокачественных образований. Полагают, что эта проблема будет успешно решена во второй половине 90-х годов. Тогда же появится ряд отраслей на базе биотехнологий. Ожидается, что после 2000 г. станет возможным преобразование раковых клеток в нормальные, здоровые. На период 80-х годов прогнозируется развитие способов культивации клеток и рекомбинации генов, обеспечивающих массовое производство целого ряда новых, высокоэффективных веществ (вакцин, антител, противовирусных препаратов и др.) для использования в медицине, сельском хозяйстве, лесоводстве и рыболовстве. И в сфере «наук о жизни» отмечается отодвигание сроков решения проблем. Исходя из их чрезвычайной значимости и сложности, теснейшей связи с результатами фундаментальных исследований, прогнозируется значительный удельный вес совместных международных разработок [65, с. 20—21, 335—337].

7. *Городское хозяйство, строительство и архитектура*. Проблемы этого раздела обследования охватывают весьма широкий спектр направлений, формированию которых способствовали современные процессы индустриализации и информатизации, в частности ужесточение норм энерго- и материалопотребления, требования по безопасности жизнедеятельности людей и предотвращению ущерба в результате стихийных бедствий, эргономические соображения и др. Особо важными были признаны меры, которые гарантировали бы значительное снижение ущерба от стихийных бедствий (точность метеорологических прогнозов, надежность систем оповещения, готовность и доступность спасательных средств, оперативность систем управления). Эти проблемы, по мнению экспертов, будут решены к концу 90-х годов. В тот же период будет создана техника, которая позволит резко улучшить водоснабжение городов за счет усовершенствования систем очистки и водоподготовки. Будут также разработаны высокоэффективные средства обработки отходов и их повторного использования, а также очистки воды в реках, озерах и морских зонах.

В числе наиболее важных проблем указываются и создание высокоэффективных противопожарных систем, разработка особо точной сейсмической аппаратуры, совершенствование концепций проектирования и строительства объектов повышенной безопасности (к середине первого десятилетия XXI в.). На фоне особого внимания к проблемам безопасности менее значимыми, по оценкам экспертов, выглядят, например, такие, как развитие подземного строительства или даже дальнейшее расширение использования в городском хозяйстве электронно-вычислительной техники. В силу специфики строительной отрасли для радикальных перемен здесь требуются довольно большие сроки, однако уже в первой половине 90-х годов, возможно, начнется применение роботов на строительных площадках, новых материалов с высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, получат распространение здания с автономным обеспечением энергией.

В решении проблем данного раздела ведущая роль отводится собственным исследованиям и разработкам. В зависимости от конкретной тематики их будут выполнять как государство, так и частный сектор [65, с. 21—22, 371—373].

8. *Транспорт и транспортные перевозки.* В этом разделе эксперты сделали особый акцент на борьбе с шумом от поездов, грузовиков, реактивных самолетов; обеспечении безопасности на транспорте; автоматизации взлета и посадки самолетов регулярных рейсов при любой погоде, а также значительном повышении степени автоматизации систем управления полетами. Решение указанных проблем в основном ожидается в середине 90-х годов, а во второй их половине должны быть построены дороги для поездов на магнитной подушке, созданы плавучие аэропорты, большое распространение приобретут электромобили, будет значительно снижен шум от самолетов [65, с. 22, 409—410].

9. *Связь, информатика и электроника.* Прогнозы, относящиеся к этой области, показывают, что в 80-е годы начнут распространяться устройства считывания рукописных текстов и звукового ввода. В первой половине 90-х годов начнется внедрение супер-ЭВМ, а также ЭВМ нееймановских типов, формирование сетей связи на совершенно новом техническом уровне, автоматизация обработки административной документации. В этот период должны быть решены многочисленные проблемы перехода электронно-вычислительной техники на новую элементную базу (кристаллы арсенида галлия, элементы Джозефсона), обеспечения повышенной степени секретности при обработке и передаче информации, реализации универсального интерфейса для интеграции самых разнообразных видов электронно-вычислительных и информационных устройств в единую систему. Чрезвычайно важной проблемой, которая, по-видимому, также будет решена в конце этого периода, является создание «неразрушаемых» информационных систем, обеспечивающих со-

хранение информации в случае тяжелых стихийных бедствий.

Во второй половине 90-х годов должны появиться волоконно-оптические линии связи для сверхбольших расстояний, будут разработаны особо чувствительные приборы для прогнозирования землетрясений, сконструированы искусственные внутренние органы человека с исключительно большим ресурсом работы. Одна из важнейших задач, решение которой ожидается в этот период, — обеспечение быстродействующих систем безошибочного программирования, проверки и коррекции программ. К 2005 г. ожидается разработка элементов памяти на молекулярном уровне, а еще через несколько лет — солнечных электростанций, размещенных в космическом пространстве.

Существенно, что по сравнению с предыдущими прогнозами ожидаемые сроки решения ряда проблем сократились (использование устройств для автоматического считывания рукописных текстов, внедрение устройств для перевода иностранной литературы на японский язык, разработка устройств для автоматизации аннотирования и выбора литературы и справочных материалов).

Основным средством решения проблем данного раздела, как ожидается, станут самостоятельные разработки и научно-техническое сотрудничество с зарубежными странами, в которых должны будут принимать участие как государственный, так и частный сектор [65, с. 23, 441—442].

10. *Освоение космического пространства.* К наиболее важным проблемам в этой области японские специалисты относят реализацию программ космической метеорологии, обеспечивающих повышение точности метеорологических прогнозов (как долгосрочных, так и краткосрочных) на обширной территории, активное освоение техники дистанционного исследования природных ресурсов (минеральных, морских, лесных и др.), создание космических станций и производственного оборудования для осуществления в космосе таких технологических процессов, в которых могут быть использованы невесомость, глубокий вакуум, стерильность среды. Большое значение придается технике, обеспечивающей регулярные полеты человека на космические станции.

Согласно экспертным оценкам, в 80-е годы будет успешно решен вопрос дистанционного поиска природных ресурсов. В первой половине 90-х годов достигнет высокого развития техника, обеспечивающая получение высокоточных метеорологических прогнозов, а также спутниковая связь. Вторая половина 90-х годов, как ожидается, станет периодом активного создания космических станций, на которых в последующее десятилетие будут размещаться различные виды производств, а также «предприятия» для сборки и ремонта космических аппаратов. Проблема же создания «космических колоний», в которых могло бы жить более 1000 человек, как полагают, будет решена лишь после 2010 г.

Мнение большинства экспертов таково, что для 60% общего числа проблем данного раздела наиболее предпочтительными являются разработки, проводимые совместно с другими странами. Этот вывод достаточно объективно отражает как ограниченный опыт Японии в освоении космоса, так и ее способность вносить в решение данных проблем вполне определенный вклад на основе высокого уровня научного и промышленного потенциала — однако на правах партнера, а не лидера, определяющего развитие того или иного направления практической космонавтики.

Более половины НИОКР по данному разделу, как предполагается, будут государственными. Проблемы, решаемые только частным сектором, вообще отсутствуют [65, с. 24, 489—490].

11. *Освоение Мирового океана.* В этом разделе рассматриваются проблемы, относящиеся к таким направлениям, как системы и методы исследования Мирового океана, создание аппаратуры для подводных работ, использование биологических и минеральных ресурсов морей и океанов, энергии Мирового океана. Как наиболее актуальная была выделена проблема разработки высокоэффективной технологии добычи нефти с морского дна и на шельфе. Почти не уступает ей по важности проблема «диагностирования» обширных районов Мирового океана — получение в масштабе реального времени непрерывной метеорологической информации, данных о деформациях морского дна и т. д., а также проблема создания и широкого распространения высокоточных всепогодных навигационных систем с применением искусственных спутников Земли.

Значительный прогресс в этих областях ожидается в 90-х годах. В первой их половине, по мнению экспертов, будут разработаны системы автоматического наблюдения за состоянием Мирового океана, начнется практическое применение роботов для подводных работ и эксплуатация глубоководных исследовательских аппаратов на глубинах до 6 тыс. м. Основное число проблем будет решено, по-видимому, во второй половине 90-х годов. Будет разработана и освоена техника для работ на глубинах до 300 м, появятся системы добычи минеральных ресурсов с морского дна, войдут в практику новые эффективные системы поиска рыбных косяков, будут созданы энергетические установки, использующие энергию волн и температурный перепад на разных глубинах. В период с 2000 до 2010 г., как ожидается, будут созданы подводные локаторы, дыхательные аппараты, основанные на извлечении кислорода, растворенного в морской воде, способы экономически эффективной добычи урана из морской воды.

Развитие базовых НИОКР по проблемам Мирового океана, а также соответствующей техники наблюдения из космоса предполагается осуществлять в рамках международного научно-технического сотрудничества, а прочие направления — на основе самостоятельно проводимых работ. Весь объем НИОКР будет

распределяться между государством, с одной стороны, и государством и частным сектором — с другой [65, с. 24—25, 519—520].

12. *Новые материалы.* В проведенном экспертном обследовании анализ был сосредоточен в рамках таких направлений, как оптические материалы, материалы с электромагнитными свойствами, химико-биологические материалы, материалы с особыми термическими характеристиками, конструкционные материалы, элементы и вещества, технология их производства.

К наиболее важным были отнесены проблемы, связанные с материалами для электроники и биотехнологии, такими новейшими разделами современной науки и техники, как сверхпроводимость и др. Среди них — создание и внедрение в практику материалов для солнечных элементов с коэффициентом полезного действия более 20%, а также синтетических (и полусинтетических) материалов, пригодных для изготовления искусственных органов. Решение этих проблем ожидается в первой половине 90-х годов. Весьма важной задачей японские эксперты считают также и создание солнечных элементов из аморфного кремния с большой поверхностью. Эта задача должна быть решена к 1990 г. Лишь незначительно уступают ей по степени важности такие две проблемы, как разработка сверхпроводящих материалов для использования в промышленной электротехнике и материалов для термоядерных реакторов, — обе должны быть решены к 2005 г.

В первой половине 90-х годов должно начаться широкое использование материалов для искусственных органов, внедрение в производственную практику высокопрочной, жаростойкой керамики. Во второй половине 90-х годов ожидается получение высокомолекулярных материалов с высокой электропроводностью (такой, как у меди), должно быть обеспечено всеми необходимыми материалами создание ЭВМ на элементах Джоузефсона. На первые годы следующего века намечается практическое внедрение быстродействующих оптических логических элементов.

Основной путь решения проблем данного раздела — самостоятельные НИОКР. Лишь несколько проблем в своем решении будет опираться на совместные разработки с зарубежными странами или импорт технологии. Непосредственное выполнение НИОКР, как ожидается, будет осуществляться в основном совместно государством и частным сектором [65, с. 25—26, 549—551].

13. *Производство и труд.* В данном разделе рассматривались различные виды производства, в первую очередь металлообработка и сборка, относящаяся к ним производственная техника и технология, формы организации трудовых процессов, а также новая техника конторского труда и т. д.

К числу наиболее важных проблем (причем сроком их решения считается первая половина 90-х годов) отнесены: широ-

кое применение роботов для замены человека на особо вредных и опасных работах; практическое развитие процессов на основе химических соединений, в молекулы которых входит только один атом углерода; разработка особо безопасной техники, обеспечивающей безаварийность как при ошибках в эксплуатации, так и в результате ее частичных поломок; внедрение в технологические процессы высокофункциональных пленочных элементов (мембран) в пищевой, фармацевтической и химической промышленности; создание эффективной технологии механической обработки керамических материалов.

Ожидается, что в течение 80-х годов практически все виды металлообрабатывающего оборудования будут оснащены микро-ЭВМ. В первой половине 90-х годов предполагается появление производственных систем, в которых будет объединено и проектирование и производство с управлением от ЭВМ. В этот же период будут созданы металлургические предприятия с непрерывным технологическим процессом — от выплавки чугуна до изготовления стального проката. Должна также появиться информационно-вычислительная техника, обеспечивающая считывание рукописного японского текста. Получат распространение новые системы обучения для лиц среднего и пожилого возраста. Во второй половине 90-х годов в Японии должно приобрести крупные масштабы авиастроение, будут созданы роботы с искусственным интеллектом, появятся учреждения с безбумажными методами ведения дел. Как важное событие в деле подготовки специалистов отмечается, что 10% заканчивающих инженерные факультеты будут составлять женщины. В период с 2000 по 2010 г. будет разработана техника «бактериального выщелачивания», освоено сжижение каменного угля, высокоточная производственная технология будет перенесена в космос и начнет применяться в «космических цехах» на борту орбитальных станций.

Последнюю из названных проблем, а также развитие авиастроения предполагается претворять в жизнь путем реализации совместных международных проектов. Почти все остальные проблемы будут решаться на базе собственных НИОКР [65, с. 26—27, 579—581].

Таким образом, видно, что период, выделенный в прогнозе, должен быть связан с исключительно важными, во многом поворотными событиями в научно-техническом развитии Японии, условиях труда и быта японцев. Хотя, как и прежде, Япония будет осуществлять импорт технологии, четко прослеживается и тенденция к тому, чтобы как можно больше опираться на собственные НИОКР, проводить их почти по всему фронту перспективных проблем — во всяком случае, хотя бы в рамках сотрудничества с другими странами. Последнее обстоятельство представляется весьма существенным, оно обусловлено определенной модернизацией японской научно-технической политики и может явиться чрезвычайно эффективным рычагом ускоре-

ния научно-технического прогресса в Японии. Можно считать, что при нынешнем уровне развития японской науки и техники все вопросы, указанные в прогнозе, в той или иной степени подкрепляются предшествующим опытом работы японских специалистов, а потому могут рассматриваться как реально выполнимые — в первую очередь в лабораторных масштабах. В плане же широкомасштабного распространения прогнозируемых достижений могут возникнуть немалые трудности, связанные в первую очередь с проблемами развития капиталистической экономики, острым межимпериалистическим соперничеством.

Глава 2

ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ ЯПОНИИ

Целевые программы стимулирования научного и производственного развития

Как отмечалось выше, в Японии государство финансирует менее четверти объема НИОКР. Но это в основном работы, результаты которых способствуют укреплению научно-технического и производственного потенциала страны, ее позиций в системе мировых хозяйственных связей. Японские министерства и управления помимо финансирования подобных работ через подчиненные им учреждения осуществляют также их организацию и координацию. С этой целью разрабатываются соответствующие программы и проекты, подбираются конкретные исполнители по отдельным этапам как научного, так и производственного содержания. В конечном счете образуется система научно-технических программ, выполняемых совместно рядом государственных учреждений, главным образом научными лабораториями при государственных НИИ и университетах, и частным сектором — промышленными компаниями, частными университетами и НИИ.

Разумеется, по множеству тем, и притом достаточно крупных, работа идет помимо подобных программ. Фирмы самостоятельно решают вопросы своего научного и производственного развития, опираясь на собственные возможности, привлекая внутренних и зарубежных подрядчиков, используя закупленные лицензии и т. д. При этом одним из важнейших соображений, которым руководствуется фирма, является гарантия прибыльности нового проекта в достаточно обозримой перспективе. Но наиболее многообещающие разработки, возникающие на стыке нескольких научных и технических направлений или на их новейших направлениях, сопряжены с весьма большими затратами и нередко со значительным коммерческим риском. За них не берутся ни отдельные фирмы, ни даже группы сотрудничающих в той или иной области фирм, если анализ показывает, что их опыт и ресурсы недостаточны для гарантированного успеха.

В таком случае государство берет на себя функции организатора этих работ, обеспечивает их финансирование и подклю-

Таблица 6

«Большие проекты» министерства внешней торговли
и промышленности Японии *

Объект разработки	Объем ассигно- ваний. млрд. иен	Период разработки
Быстродействующая ЭВМ	10	1966/67—1971/72
Процесс десульфуризации	2,6	1966/67—1971/72
Новый метод получения олефинов	1,1	1967/68—1972/73
Дистанционно управляемая установка для подводной добычи нефти	4,5	1970/71—1975/76
Система опреснения морской воды	6,7	1969/70—1977/78
Электрический автомобиль	5,7	1971/72—1977/78
Система безопасного управления ав- томобилем	7,3	1973/74—1979/80
Система обработки символьной ин- формации	22	1971/72—1980/81
Процесс прямого восстановления же- леза	13,7	1973/74—1980/81
Производство олефинов из тяжелых сортов нефти	13,8	1975/76—1981/82
Авиационный реактивный двигатель	6,9	1971/72—1975/76
Техника утилизации отходов	1,3	1973/74—1975/76
	11,3	1976/77—1982/83
Гибкая производственная система с лазерным инструментом	13,7	1977/78—1984/85
Система подводной добычи нефти	15	1978/79—1984/85
Система оптических измерений и кон- троля	18	1979/80—1986/87
Технология C ₁ -химии	15	1980/81—1987/88
Система разработки марганцевых кон- кретий	20	1981/82—1989/90
Сверхбыстродействующая ЭВМ	23	1981/82—1989/90
Автоматическая швейная система	13	1982/83—1989/90
Робот для экстремальных рабочих ус- ловий	20	1983/84—1990/91
Аппаратура космической разведки земных ресурсов	...	С 1984/85

* Составлено по [100, 1983, № 9, с. 6—43; 14, 1984, с. 10—11].

чает к их выполнению ряд своих научных учреждений. Благодаря участию в реализации соответствующего проекта фирмы приобретают необходимый научный и производственный опыт и получают возможность развивать данное направление работ уже самостоятельно; тем самым осуществляется стимулирование их научного и производственного развития. Наглядным примером этого метода стимулирования служит программа «Больших проектов», организатором которой выступает министерство внешней торговли и промышленности (МВТП). Каждый из проектов является крупным комплексом научных и технических разработок, реализуемых в конечном счете в эффективно действующей конструкции, пригодной к коммерческой эксплуатации.

Административное руководство и контроль за выполнением программы «Больших проектов» осуществляет Палата промышленной технологии (Когё гидзюцу ин). Программа была учреждена в 1966 г. По состоянию на начало 1985 г., в ее рамках был сформирован 21 проект, цели которых, объемы финансирования и сроки выполнения представлены в табл. 6.

Видно, что минимальная продолжительность выполнения проектов — пять лет (проекты, начатые в 60-е годы), а максимальная — десять лет. Проекты, продолжавшиеся в среднем пять-шесть лет, с середины 70-х годов уступили место проектам длительностью семь-восемь лет. Вполне понятно, что проекты заметно различаются и по стоимости (причем повышение стоимости более поздних проектов в значительной степени связано с общим ростом цен). Два проекта — «авиационный реактивный двигатель» и «техника утилизации отходов» — выполнялись в два последовательных этапа.

Система «Больших проектов» была открыта комплексом разработок по созданию быстродействующей ЭВМ, которая к началу 70-х годов могла бы войти в ряд ЭВМ мирового класса, став машиной «3,5-го поколения», т. е. построенной с использованием больших интегральных схем [100, 1983, № 9, с. 41]. Эти работы стали основой для развития электронно-вычислительной техники — полупроводниковых приборов, архитектуры ЭВМ, программного обеспечения — на весь период 70-х годов, позволив ведущим электротехническим фирмам, участвовавшим в разработках, значительно увеличить объем производства полупроводниковых приборов и ЭВМ, приступить к созданию их новых конструкций. Так, объем выпуска интегральных схем возрос с 4 млн. шт. в 1967 г. до 269 млн. шт. в 1973 г., а самих ЭВМ — с 66 млрд. иен в 1966 г. до 421 млрд. иен в 1972 г. [24, с. 99].

В период 1966/67—1971/72 гг. осуществлялся и другой, менее масштабный, но тоже очень важный для Японии проект — разработка технологического процесса удаления серы из нефти, а также из продуктов ее сгорания (путем извлечения из них сернистого газа). Главная цель состояла в создании эффективных средств борьбы с загрязнением атмосферы. В 1966/67—1969/70 гг. были выполнены работы по извлечению сернистого газа главным образом применительно к условиям тепловых электростанций, а в 1967/68—1971/72 гг. — работы по десульфуризации самой нефти. Созданные для этого установки применялись на двух опытных заводах, построенных в 1972 г.

Почти одновременно, с 1967/68 по 1972/73 г., осуществлялся проект по разработке новых способов производства олефинов. Была поставлена задача добиться экономически выгодного получения олефинов, т. е. этилена, пропилена и других углеводородов этого ряда, являющихся исходным продуктом для изготовления полимеров, непосредственно из нефти (а не из нефтепродуктов, в частности дефицитной нафты). Был проведен цикл

работ, завершённый созданием небольшой опытной установки, однако многие вопросы остались открытыми. Их решение было продолжено в рамках другого подобного проекта, осуществлявшегося в значительно более широких масштабах в 1975/76—1981/82 гг. Перед участниками проекта был поставлен и ряд новых задач, в частности получения олефинов из тяжёлых углеводородов, практически не поддающихся предварительной десульфуризации (например, битумов), а в перспективе — и из битуминозных песков. Как и в предыдущем цикле работ, были достигнуты определённые результаты, однако ещё недостаточные для широкой практической реализации.

В 1970/71—1975/76 гг. были проведены работы по созданию дистанционно управляемого оборудования для глубинного (до 9000 м) бурения нефтяных скважин (при глубине моря от 200 до 250 м). Актуальность этих работ для Японии чрезвычайно велика, поскольку запасы нефти, которыми она располагает на суше, совершенно незначительны и определённые перспективы связываются лишь с освоением континентального шельфа (в 80-е годы на него, как считают, будет приходиться около 30% мировой добычи нефти). Особое внимание обращалось на создание оборудования, пригодного для самых разнообразных природных условий. Проведённые исследования и разработки в значительной мере подготовили базу для интенсификации производства морских буровых средств.

К проблеме подводной добычи нефти в рамках «Больших проектов» вернулись в 1978 г. В течение шести лет разрабатывалась система добычи нефти на морском дне без использования стационарных буровых платформ — чрезвычайно металлоёмких и сложных конструкций, применение которых во многих случаях экономически малоэффективно. Согласно проекту, нефть должна поступать из многочисленных донных скважин по трубопроводам в находящийся также на дне моря коллектор, а из него — в полузатопленный нефтесборник, с которого уже будет производиться загрузка подходящих к нему танкеров. В случае если нефть добывается недалеко от берега, она может транспортироваться из коллектора непосредственно по донному нефтепроводу к береговым нефтеприёмным сооружениям.

Проект опреснения морской воды (1969/70—1977/78) был направлен на решение проблемы дефицита пресной воды и вместе с тем на вовлечение в хозяйственный оборот ценных химических соединений, растворённых в морской воде. Были построены две установки — вначале экспериментальная, производительностью 3 тыс. куб. м пресной воды в сутки, а затем промышленная, производительностью 100 тыс. куб. м/сут [100, 1983, № 9, с. 42]. По мере того как в результате многократной конденсации пара выделяется пресная вода, все больше повышается концентрация солей в растворе. На определённой стадии процесса эти соли извлекаются и становятся сырьём для химической промышленности.

Ряд интересных разработок производился в 70-е годы с целью усовершенствовать технику автомобильного транспорта, сделать его более безопасным и экологически чистым. Так, были выполнены интересные работы по изучению перспектив установки на автомобилях электрических двигателей, питаемых от аккумуляторов большой емкости. Это весьма сложная задача как с технической точки зрения (удовлетворительного решения она не получила до сих пор), так и в практическом плане: преимущества «экологически чистого» электромобиля абсолютно ясны, но возникает немало проблем при реализации условий обеспечения его экономичности, в частности при использовании для зарядки аккумуляторов «провальной электроэнергии», вырабатываемой в ночное время [48, с. 14].

Особого внимания заслуживают работы над системой обработки символьной (образной) информации, продолжавшиеся, по существу, все 70-е годы. В этот период была в основном решена проблема организации работы ЭВМ с информацией в виде букв, иероглифов, графиков и различных изображений, созданы системы ее ввода — вывода и обработки. Большое внимание уделялось работе с речевой информацией. Обращают на себя внимание крупные размеры финансирования этого проекта — 22 млрд. иен. В ходе его выполнения были созданы основы информационной техники 80-х годов, получившие воплощение в процессорах слов, персональных ЭВМ, системах факсимильной связи и др. Большой вклад был внесен и в разработку проблем искусственного интеллекта.

В 70-е годы осваивался также процесс прямого восстановления железа из руды, процесса экологически более «чистого» и позволяющего отказаться от применения коксующегося угля. Эта проблема тесно связана с развитием такого направления в использовании атомной энергии, как создание газоохлаждаемых ядерных реакторов — в них осуществляется получение высокотемпературного восстановительного газа. Однако, по мнению специалистов, проведенный цикл работ еще не подвел к созданию экологически приемлемого метода, который бы мог широко распространиться в черной металлургии Японии [36, с. 69].

С 1971 г. в рамках «Больших проектов» осуществлялась десятилетняя программа разработки авиационного двигателя для современных самолетов. Был спроектирован турбовентиляторный двухвальный двигатель (наиболее распространенная схема современного двигателя) с тягой 5,1 т. Удельный часовой расход топлива — 0,37 кг на 1 кг тяги при взлете и 0,68 кг — на крейсерском режиме. Степень двухконтурности двигателя — 6,5. Таким образом, важнейшие эксплуатационные параметры были установлены на уровне наиболее экономичных конструкций, существовавших в то время.

Проект осуществлялся в два этапа. На первом (1971/72—1975/76) были созданы две модификации двигателя и выпол-

нена обширная экспериментальная программа, в ходе которой добивались получения высоких параметров рабочего процесса — требовалось достигнуть уровня мировых стандартов по величине тяги, экономичности, шумовым характеристикам, составу отработавших газов. На втором этапе (1976/77—1981/82), потребовавшем почти вдвое больших затрат, изучались прочностные свойства деталей и узлов конструкции, возможности улучшения их весовых параметров, вводились различные доработки и усовершенствования.

Все работы были выполнены в весьма сжатые сроки: к концу 1978 г. три двигателя «FJR-710/10» и три двигателя несколько измененной конструкции «FJR-710/20» (спроектированные на первом этапе) наработали в общей сложности 1300 часов, из них 150 часов пришлось на ресурсные испытания. Высотные испытания были проведены английскими двигателестроителями. К концу 1978 г. была завершена постройка трех новых двигателей — «FJR-710/600», которые в 1981 и в 1983 гг. прошли стендовые испытания в Англии. В 1980 г. началась постройка и доводка двигателей, предназначенных для установки на экспериментальном самолете с укороченным взлетом. Затем летные испытания проходили уже на транспортном самолете «С-1», построенном еще в начале 70-х годов фирмой «Кавасаки дзюкогё» для «сил самообороны» и оснащавшемся двигателями зарубежного производства.

Успешный, хотя, конечно, и весьма ограниченный опыт разработки авиадвигателей в рамках «Больших проектов», а также сотрудничество с английскими авиастроителями позволили японским инженерам уже в 1980 г. принять участие в совместном японо-английском проекте по созданию высокоэкономичного турбовентиляторного двигателя с тягой 9 т для последующей коммерческой эксплуатации на самолетах различных типов [17, с. 785—786]. Тем самым для них открылась возможность активно сотрудничать со специалистами, имеющими богатый и весьма результативный опыт авиадвигателестроения. (В Японии реактивные двигатели с тягой более 1,5 т строились лишь в ограниченном количестве по лицензиям или импортировались).

С 1973/74 по 1982/83 г. были проведены работы по исключительно важной для Японии проблеме утилизации отходов. Острота этой проблемы обусловлена не только экологической ситуацией в стране, все более усиливается ее связь и с топливно-сырьевой проблемой. Использование вторичных сырьевых и энергетических ресурсов превращается в одно из важнейших направлений общей политики экономии ресурсов, которая особенно активно проводится в Японии начиная с 70-х годов в связи с большим разрывом между размерами ее промышленного производства и самообеспеченностью топливно-сырьевыми ресурсами [37, с. 151—159].

В ходе выполнения работ по «Большим проектам» были построены два экспериментальных завода, обеспечивающие пере-

работку бытовых отходов в компост, бумажную пульпу, горючий газ, брикеты черных металлов и др. Суточные мощности этих заводов по переработке отходов составили 22 и 100 т.

В 1984 г. были завершены продолжавшиеся в течение семи лет работы по проекту «Гибкая производственная система (ГПС) с лазерным инструментом». Постановка этой темы продиктована исключительной важностью перестройки технологии машиностроительного производства на быструю и оперативную смену вида выпускаемой продукции, его приспособление к изготовлению товаров широкой номенклатуры, но небольшими партиями. В ходе осуществления проекта предстояло выяснить общие концепции построения ГПС и особенности производственного процесса (в том числе принципы управления производством). Далее требовалось сформировать критерии выбора оборудования и технологических процессов, внедрить методы автоматической диагностики оборудования. Дополнительно было решено как можно шире применять лазерную технологию обработки — при резке материалов, для сварки и термообработки, с тем чтобы в ходе этого крупномасштабного производственного эксперимента определить ее перспективность.

Система с самого начала проектировалась для выпуска такой продукции, как детали станков, строительных машин, полиграфического оборудования (шестерни, валы, клапаны, подшипники и др.), т. е. продукции, требующейся в большом ассортименте, но довольно ограниченными партиями. Предусматривались круглосуточный режим работы ГПС и минимальное участие операторов, главным образом лишь для наблюдения за ее работой. Система должна была стать, по существу, прообразом тех ГПС, которые затем могли бы создаваться на ее основе на различных металлообрабатывающих предприятиях, включая мелкие и средние.

Концепция гибких производственных систем представляет интерес не только для машиностроения, но и для многих других отраслей, для которых типичен выпуск широкой номенклатуры продукции относительно небольшими сериями. Показательной в этом отношении является перестройка японской текстильной и особенно швейной промышленности, ставящая своей целью осуществление максимально гибкой автоматизации. Соответствующие исследования и разработки составляют содержание рассчитанного на семь лет проекта «Автоматическая швейная система» и ведутся с октября 1982 г. Основная цель работы — определить пути реализации полностью автоматизированных гибких производственных систем в швейной промышленности.

Задача, стоящая перед швейниками, не ограничивается созданием лишь технических средств «обработки» таких специфических материалов, какими являются ткани. Требуется также обеспечить интеграцию этих средств с информационными системами, учитывающими и анализирующими спрос на готовую продукцию. Речь идет о том, чтобы в течение всего лишь не-

скольких дней можно было решить три ключевых вопроса: выйвив изделия, пользующиеся особым успехом у покупателей, передать соответствующую информацию в пошивочные мастерские, изготовить соответствующие изделия и направить их в торговые предприятия. Для этого требуется организовать сеть вычислительных и информационных средств и, что особенно важно, разработать сверхскоростную швейную установку, принципиально отличающуюся от традиционных швейных машин.

Еще одна очень важная разработка современной производственной технологии была предпринята по проекту создания системы оптических измерений и контроля, начатому в 1979 г. и также рассчитанному на выполнение в течение семи лет, однако при заметно больших объемах финансирования. В основном отрабатывается система оптических датчиков и различных схем «технического зрения» для условий автоматического производства изделий оптоэлектроники, в частности оптоэлектронных интегральных схем [100, 1983, № 9, с. 14].

В конце 1980 г. начались работы по проекту «Технология C₁-химии». Его целью является создание технологии получения химических продуктов из сырья, представленного соединениями, в молекулы которых входит один атом углерода (окись углерода, углекислый газ, метан и др.). Как и в уже упоминавшихся проектах по разработке новых методов получения олефинов, здесь также преследуется цель отказаться от нефти как сырья для получения этиленгликоля, этанола, уксусной кислоты и углеводов. Причем задача ставится даже шире — исключить из этого процесса нефтяное сырье, перейдя на уголь, природный газ, битуминозные пески. Одна из центральных проблем состоит в разработке новых типов катализаторов из недефицитных металлов. На этом направлении японские ученые добились определенных успехов: был разработан способ получения аморфного сплава железа и никеля с добавками фосфора и бора, который вполне может заменить катализаторы на основе родия, являющегося весьма дефицитным металлом [36, с. 78; 80, 1985, № 5, с. 25].

Одна из наиболее крупных тем, выполняемых по «Большим проектам», — это создание системы разработки подводных марганцевых конкреций. Запасы марганца, одного из важнейших металлов, используемых в металлургии, постепенно истощаются, однако на дне Тихого океана, на глубинах от 4000 до 6000 м, обнаружены чрезвычайно богатые рудные скопления, в которых наряду с марганцем содержатся также никель, медь и кобальт. Главная сложность проекта — это обеспечить подъем рудного материала, забираемого со дна специальной буксируемой установкой, на борт надводного судна. Для этого надо создать уникальные средства гидравлической (или пневматической) транспортировки руды по отвесному трубопроводу длиной в несколько километров, а также целый ряд приборов для дистанционного контроля и управления системой [13, 1983, с. 24].

Выше уже рассматривались две крупные разработки из серии «Больших проектов», которые были нацелены на форсирование развития электронно-вычислительной техники, — «Быстродействующая ЭВМ» и «Система обработки символьной информации». По времени эти работы буквально сменили одна другую. И вот, как бы являясь их продолжением, в январе 1982 г. была начата новая работа еще по одной из наиболее актуальных проблем современной электроники — разработка сверхбыстродействующей ЭВМ (называемой также супер-ЭВМ). Вообще говоря, вычислительные возможности ЭВМ сегодня чрезвычайно велики, их быстродействие исчисляется уже миллионами операций в секунду. (Напомним, что созданные в 40-е годы ЭВМ на радиолампах работали со скоростью порядка 5 тыс. операций в секунду.) Столь значительные достижения связаны с переходом на полупроводниковую технику, большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС).

Однако и это быстродействие в целом ряде случаев оказывается недостаточным. Задачи, которые решают современная наука и техника, требуют производить все большие и большие объемы вычислений, причем принципиально важно то, что их результаты необходимы сразу же, в процессе расчета. Другими словами, он должен осуществляться в режиме реального времени. Особо сложная ситуация возникает тогда, когда такие расчеты производятся применительно к быстро изменяющимся условиям, например процессам в ядерных реакторах, поведению плазмы в установках термоядерного синтеза, при моделировании искусственного интеллекта и др. Для подобных случаев необходимы специальные сверхбыстродействующие ЭВМ с характеристиками намного более высокими, чем это требуется для промышленных или коммерческих целей (причем такие ЭВМ, естественно, и чрезвычайно дороги, особенно если учесть, что они выпускаются довольно мелкими сериями и в тесной увязке с определенными целевыми установками). Так, если лучшие универсальные ЭВМ в начале 80-х годов имели производительность около 25 млн. операций в секунду (оп/с) и им на смену шли ЭВМ на 50 млн. оп/с (хотя для ряда целей выпускались и существенно менее производительные машины), то специальные ЭВМ еще в 70-е годы обладали производительностью около 100 млн. оп/с, а в 1981 г. и она была удвоена (американская ЭВМ «Cyber-205»). В 1983 г. американская ЭВМ «Cray-XMP» выполняла уже 400 млн. оп/с.

В Японии фирма «Фудзицу» в 1983 г. создала ЭВМ «FACOM VP-200» на 500 млн. оп/с. Однако в том же году в США была завершена разработка машины «S-1» на 2 млрд. оп/с, а к концу 80-х годов должны быть закончены работы над ЭВМ для НАСА с быстродействием в 3 млрд. оп/с, специально предназначенной для численного моделирования аэродинамических процессов, т. е. замены исследований в аэродинамических трубах чисто расчетными процедурами [152, 1982, № 4, с. 15—16]. Су-

пер-ЭВМ, разработанная в рамках японских «Больших проектов», должна иметь быстроедействие (точнее, сверхбыстроедействие) 10 млрд. оп/с. Возглавляет этот проект электротехническая лаборатория Палаты промышленной технологии МВТП, а работы по непосредственному изготовлению ее компонентов и систем выполняются образованной в конце 1981 г. Ассоциацией технических исследований из шести японских фирм — производителей ЭВМ. Ожидаемые расходы по проекту достаточно большие — около 23 млрд. иен.

Проект состоит из двух программ — по созданию новых компонентов и по архитектуре, алгоритмам и языку для этой ЭВМ. В марте 1990 г. должны начаться ее испытания. В ходе работ предстоит решить множество проблем, для чего потребуются провести ряд глубоких научных исследований. Так, в отличие от обычно применяемых алгоритмов обработки данных, предусматривающих последовательную обработку, в супер-ЭВМ должен использоваться принцип параллельной обработки. Поэтому предстоит провести большие работы по разработке алгоритмов, обладающих достаточной степенью параллельности. При этом, как уже выяснилось, возникает целый ряд вопросов, связанных со структурой данных и со связями между данными, а также необходимость в разностороннем исследовании методов описания алгоритмов обработки. В целом можно охарактеризовать эти проблемы как проблемы в области языков программирования.

Весьма серьезные работы предстоят в области исследования архитектуры супер-ЭВМ, в частности исследования методов построения вычислительных систем, обеспечивающих хорошее согласование их архитектуры с широкой областью использования.

Значительных усовершенствований требует и схмотехника, включая методы монтажа и охлаждения. (Так, например, успех американской супер-ЭВМ «Cray-1», использующей даже не большие, а простые интегральные схемы, был в значительной степени обусловлен искусством монтажа и усовершенствованием системы охлаждения.) Что касается методов монтажа, то здесь необходимо в первую очередь, чтобы они обеспечивали высокую плотность, адекватную постоянно повышающемуся быстроедействию элементов. Недостаточная разработка техники монтажа новых элементов может явиться главным препятствием для их практического использования¹.

По каждому из этих вопросов, как считают японские ученые, требуется проведение больших самостоятельных исследований, а также разработка соответствующей техники. По мере же увеличения масштабов вычислительных систем потребуются исследования в области системотехники и техники связи.

Традиционным направлением совершенствования элементной базы новой электронной техники является поиск новых полупроводниковых материалов. Один из них — арсенид галлия

(химическое соединение мышьяк—галлий), исследуемый еще с 1950 г. Однако из-за большого потребления энергии весьма трудно достигнуть высокой плотности монтажа схем из элементов на арсениде галлия, даже соизмеримой с плотностью монтажа БИС. Преодолевается это препятствие путем применения арсенида галлия в так называемых полевых MES-транзисторах, где удачно реализуется высокая подвижность электронов в арсениде галлия (в 6,5 раза более высокая, чем в кремнии) [85, 1981, № 12, с. 1103—1110].

Следует отметить, что вопросам увеличения подвижности электронов в известных на сегодня полупроводниковых материалах (за счет изменения структуры полупроводниковых элементов) уделяется большое внимание. Например, в фирме «Фудзицу» разрабатывается транзистор с высокой подвижностью электронов, обеспечиваемой созданием в нем зон с отличающейся на два порядка концентрацией примесей. В числе материалов, применяемых в транзисторе,—арсенид галлия, алюминий и его соединения с арсенидом галлия. Для дальнейшего улучшения его характеристик считается целесообразным переход в область весьма низких температур — около -200°C (что втрое повышает подвижность электронов).

Весьма перспективными электронными элементами являются элементы, использующие «эффект Джозефсона». Структура этих элементов предполагает наличие двух слоев сверхпроводящего материала, разделенных слоем изолятора. Если такой элемент поместить в среду с температурой -269°C (температура жидкого гелия), то, как это было теоретически найдено еще в 1962 г., через слой изолятора возникает движение электронов. Исследования в области разработки сверхбыстродействующих элементов, использующих «эффект Джозефсона», ведутся целым рядом фирм. Особое внимание исследователей привлекает и такое свойство этих элементов, как возможность создания на их основе памяти для информационных и вычислительных систем, в которых на хранение информации не расходуется энергия [152, 1982, № 4, с. 17].

Поскольку элементы, основанные на «эффекте Джозефсона», могут работать лишь при чрезвычайно низких температурах, это затрудняет их исследования и разработку, а впоследствии, естественно, возникнут и эксплуатационные трудности. Но нужно отметить, что на пути создания таких элементов существует целый ряд и других проблем, не имеющих аналогов в области известных полупроводниковых схем, что требует большого объема исследований.

Техника роботостроения в Японии, как известно, достигла весьма высокого уровня. Наибольшее развитие приобрели роботы промышленного применения, особенно в машиностроении. Однако предшественниками промышленных роботов были манипуляторы для работы в особо опасных и вредных условиях (ядерные, химические, биологические установки и приборы

и т. п.). В настоящее время наблюдается серьезное возрастание интереса к таким манипуляторам. Так, в Японии с 1983 г. в рамках «Больших проектов» реализуется программа создания робота для экстремальных рабочих условий. (Строго говоря, речь идет о дистанционно управляемом манипуляторе, т. е. предполагается участие человека, что в принципе не позволяет называть этот аппарат роботом). Главное его назначение — работы в непосредственной близости от источников радиации, при освоении Мирового океана, в опасных геологических условиях, в зонах стихийных бедствий и т. д. Управление им (или целой группой таких роботов) осуществляется с безопасного расстояния оператором. При создании аппарата главное обеспечить исключительно высокую мобильность и управляемость, надежность всех систем, а также, конечно, и защищенность от тех вредных воздействий, которым он будет подвергаться во время работы.

Последний из числа «Больших проектов», начатый в 1984 г., предусматривает создание аппаратуры космической разведки земных ресурсов, которая будет использоваться на японских спутниках.

Итак, характеризуя в целом систему «Больших проектов» Японии, следует отметить, что они являются четким выражением основных целей и приоритетов японской научно-технической политики — первоочередной ориентации на развитие электронно-вычислительной и информационной техники, автоматических производственных систем, ресурсосберегающей технологии, расширение сырьевой базы. Достигнув должной глубины освоения за счет государственного финансирования, объекты разработок получают возможность далее развиваться и совершенствоваться в сфере частного сектора.

Ведущие исследования и разработки в области новых промышленных технологий

На рубеже 70—80-х годов в Японии стала остро ощущаться необходимость в интенсивном развертывании работ в области создания новых материалов и технологических процессов на основе «нетрадиционных» принципов. Несмотря на перспективность этих работ, они долгое время сдерживались как научно-техническими, так и технико-экономическими факторами. Однако накопленные мировой наукой теоретические знания и многие удачные экспериментальные решения, значительное усовершенствование производственной технологии дали основание вновь вернуться к ряду технических направлений и одновременно приступить к энергичному развитию новых, не менее перспективных.

В 1981 г. с этой целью МВТП организовало крупную программу НИОКР, известную под названием «Базовая технология промышленности следующего поколения». Конкретно речь идет о необходимости обеспечить промышленность 90-х годов

Таблица 7

Бюджет программы НИОКР «Базовая технология промышленности следующего поколения» *, млрд. иен

Раздел тематики	1981/82 г.	1982/83 г.	1983/84 г.	1984/85 г.
Новые материалы	1,356	2,596	3,191	3,258
Биотехнология	0,675	1,043	1,191	1,201
Новые электронные при- боры	0,673	1,128	1,451	1,478
Всего	2,704	4,767	5,833	5,937

* Составлено по [14, 1982, с. 6; 1984, с. 13].

новыми материалами и способами их получения и обработки, а также новыми видами электронной техники [13, 1983, с. 5].

Запланированные работы носят в известной степени поисковый характер: будучи по поставленным целям прикладными, они во многом зависят от самых последних результатов фундаментальных исследований. Ожидается, что потребуются около 10 лет, чтобы их результаты начали оказывать практическое влияние на выпускаемую продукцию и промышленные методы ее создания. Являясь довольно рискованными в организационно-финансовом плане, эти исследования и разработки стали выполняться на базе государственного финансирования, подобно рассмотренным выше «Большим проектам» (табл. 7).

Каждый из трех разделов НИОКР по данной программе, в свою очередь, подразделяется на несколько крупных тем, в результате их общее число достигает двенадцати.

Раздел «Новые материалы» представлен следующими шестью темами: высокоэффективная керамика, разделительные мембраны, электропроводящие полимеры, высокоэффективные пластмассы, сплавы с регулируемой кристаллической структурой, композиционные материалы.

Большое значение, которое придается в Японии исследованиям в области керамики, связано с тем, что во многих отраслях техники дальнейший прогресс лимитируется относительно низкой жаропрочностью и жаростойкостью материалов. Повышать температурный предел работы металлических сплавов стало исключительно трудно: кроме стоимостных и технологических ограничений действуют и ограничения принципиального, физического характера. Переход на керамические материалы существенно ослабляет подобные ограничения, однако выдвигает другие — эксплуатационные. Серьезным недостатком керамики является ее хрупкость, возможность появлений в ней трещин, сразу же быстро распространяющихся и разрушающих всю конструкцию. В настоящее время исследования керамики ведутся всеми высокоразвитыми в научно-техническом отношении странами. Успехи в этой области были бы в первую оче-

редь использованы в космической технике, реактивных и автомобильных двигателях, ядерной энергетике, новых энергосберегающих системах и др.

Синтетические разделительные мембраны позволяют производить разделение смесей газов или жидкостей на составляющие их компоненты. По существу, это своего рода фильтры, но «примесь», подлежащей «фильтрации», являются тот или иной газ или жидкость. Использование таких мембран могло бы значительно снизить загрязнение атмосферы химическими предприятиями; кроме того, улавливая многие вещества и возвращая их в производство, можно было бы повысить его экономичность.

Электропроводящие полимеры называют в ряде случаев «синтетическими металлами». Главные их свойства — высокая электропроводность, а также хорошие весовые и коррозионные характеристики. Так, они могли бы широко применяться в проводах и кабелях вместо меди и алюминия. Возможно, удастся создать и такие «синтетические металлы», которые будут обладать сверхпроводимостью.

Высокоэффективные пластмассы также должны обладать качествами, позволяющими использовать их вместо металлов. Главное их свойство — прочность на уровне металлов при малом удельном весе. Задача состоит в создании таких пластмасс, которые бы смогли заменить алюминиевые сплавы и сталь.

Сплавы с контролируемой кристаллической структурой, как ожидается, можно будет получать в условиях, обеспечивающих выращивание монокристаллов. Их применение позволило бы повысить рабочие параметры изделий авиационной и космической техники, деталей ядерных реакторов.

Новые композиционные материалы, значительно усовершенствованные по сравнению с существующими, должны занять место традиционных металлических материалов в авиационных и автомобильных конструкциях. Будучи прочнее стали и легче алюминия, они могли бы стать массовым материалом, если бы удалось в несколько раз снизить их стоимость.

Раздел «Биотехнология» представлен тремя темами: биореакторы, массовое выращивание клеток, генетическая рекомбинация ДНК.

Благодаря биореакторам предполагается осуществить множество процессов на микробиологическом уровне, продуктом которых должны стать новые химические вещества. Важным обстоятельством является то, что эти процессы в отличие от химических могут проходить при обычных температурах и давлениях.

Массовое выращивание клеток должно стать базой биоиндустрии. Задача состоит в том, чтобы найти способ, который бы позволил отказаться от применения сыворотки биологического происхождения и тем самым снизить стоимость получения конечных продуктов биореакций.

Рекомбинация ДНК также составляет основу биоиндустрии, позволяя получать не только гормональные вещества, но и многие химикалии. Посредством рекомбинации ДНК представляется возможным создавать микроорганизмы новых видов для дальнейшего использования их в биореакторах.

В раздел «Новые электронные приборы» входят такие темы, как приборы на «сверхструктурах», трехмерные интегральные схемы, интегральные схемы для экстремальных условий. С 1986 г. начаты работы по теме «биочипы», которые представляют собой элементную базу «биокомпьютеров» и других электронных устройств.

Приборы на «сверхструктурах» должны основываться на организации и использовании электронных процессов в масштабах всего нескольких межатомных расстояний. Ожидается, что в этих условиях будут открыты и использованы принципиально новые эффекты. Весьма серьезной задачей является в первую очередь получение и производство соответствующих материалов, в которых смогут реализоваться «сверхструктурные» процессы. Главное, что ожидается от таких приборов,— это сверхбыстродействие при нормальных температурах.

В трехмерных интегральных схемах «слои» полупроводниковых элементов разделяются изолирующими слоями и таким образом образуется объемная супербо́льшая интегральная схема. В результате достигается новый уровень сверхминиатюризации электронных компонентов, а тем самым и приборов, в которых они будут применяться.

Интегральные схемы, способные работать в экстремальных условиях, т. е. выдерживать высокие температуры, вибрации, ударные нагрузки и т. д., позволили бы более широко использовать электронную технику в атомно-энергетических и космических установках, в промышленной аппаратуре, работающей в особо сложных условиях.

Характеризуя в целом раздел «Новые электронные приборы», следует подчеркнуть, что речь идет о создании сверхбыстродействующих, сверхминиатюрных и особо стойких электронных устройств, эксплуатационные возможности которых, очевидно, выходят далеко за пределы, диктуемые требованиями бытовой и производственной техники. Создание таких приборов позволило бы Японии оснащать ими изделия авиакосмической промышленности (самолеты, ракеты, искусственные спутники), а также и технику военного назначения.

Как видно из табл. 7, больше половины расходов на НИОКР по программе «Базовая технология промышленности следующего поколения» приходится на работы по созданию новых материалов. Это отражает как особую практическую актуальность проблемы материалов, так одновременно и ее чрезвычайную сложность. Существующие, традиционные материалы, несмотря на долгую историю их развития и достаточно хорошую изученность, во многих случаях уже не могут быть заметно улучшены

и лимитируют технические возможности изготовленных из них изделий. Но идея перехода к материалам «с заранее заданными свойствами» реализуется с очень большим трудом.

Особенно серьезны проблемы повышения надежности материалов в эксплуатационных условиях, улучшения их технологических свойств, снижения веса, замены дефицитных компонентов простыми и дешевыми и др. Нередко полагают, что создание синтетических материалов, в первую очередь пластмасс и других высокомолекулярных соединений, и есть решение указанной проблемы. Это, однако, не вполне соответствует реальному положению вещей: в области высокомолекулярных, в том числе композиционных, материалов тоже очень много принципиальных трудностей.

Интересна попытка, которую предпринял японский специалист в области теории прочности С. Симамура с целью охарактеризовать процесс освоения различных материалов в историческом плане. Для этого он произвел их классификацию по своему рода поколений [108, 1982, № 435, с. 1367—1368]. К первому поколению он относит природные вещества, которые человек применял еще более 10 тыс. лет назад, лишь изменяя их форму (камень, дерево, трава, шкуры, кости и т. д.). Для второго поколения материалов характерным является то, что они получают из природного сырья (выплавка из руды меди, железа, а затем и других металлов, изготовление различных сплавов — бронзы, стали и др.). Материалы второго поколения и в настоящее время продолжают играть основную роль. Третье поколение — это синтетические материалы. Развитие нефтехимии обеспечило значительные объемы их выпуска. К синтетическим относятся не только органические материалы, но и, например, керамика, формируемая из искусственно получаемых компонентов, которые обычно не встречаются в природных условиях (карбид бора, нитрид титана и др.). Строго говоря, сюда следует отнести и трансурановые элементы (плутоний и др.). Для всех трех поколений материалов общим является то, что независимо от способа их образования любой из них обладает практически одинаковыми физическими, механическими и другими свойствами во всех направлениях. Для материалов же четвертого поколения — композиционных — характерна анизотропия свойств. Они не однородны, а представляют собой объемное сочетание химически разнородных компонентов с четкой границей раздела между ними. В принципе такие материалы использовались еще несколько тысячелетий назад; например, для упрочнения кирпичей в глину добавлялись различные волокна. Толчком к современному промышленному применению композиционных материалов явилось появление пластмасс. Их различные виды стали той «матрицей», в которой распределялся в соответствии с конструкцией будущего изделия «заполнитель» из высокопрочных волокон, во множестве случаев — также из синтетических материалов. Нако-

нец, пятое поколение — это материалы, которые в ответ на внешние воздействия могут изменять свои свойства, непрерывно адаптируясь к среде. Пока примеров таких «умных» материалов С. Симамура конкретно не указывает, хотя их концепцию он опубликовал еще в 70-е годы. Можно определенно сказать, что нынешний этап развития материаловедения еще весьма удален от того, чтобы предложить конструкторам подобные адаптирующиеся материалы².

В последнее время достигнут прогресс на многих направлениях материаловедения, в том числе и благодаря работам, проведенным в Японии. Это достижения в области физики металлов, термодинамических расчетов металлических систем, методов количественной металлографии, новых способов обработки сплавов. В сочетании с современными математическими методами на повестку дня может быть реально поставлена проблема теоретического прогнозирования сплавов, что, по существу, и было бы реальным шагом в решении проблемы создания новых материалов.

В этих условиях в Японии (как, впрочем, и в других технически развитых странах) стал возрастать интерес к нетрадиционным материалам, обладающим рядом свойств, которые недостижимы для традиционных материалов.

Главными представителями группы таких материалов являются сегодня керамические и полимерные. Так, керамика отличается жаростойкостью, низкой теплопроводностью, малым температурным расширением, высокой прочностью в условиях обычных и высоких температур, очень большой твердостью и износостойкостью, низким удельным весом, высоким сопротивлением химическим воздействиям. В последнее время за счет совершенствования техники спекания порошков, их измельчения, разработки специальных добавок, исключения газовых пор и других технологических мер удалось получить прозрачные керамические материалы. Применение оптической керамики, являющейся эффективным материалом для оптических преобразователей, накопителей информации и т. п., способствует ускорению прогресса оптоэлектроники.

Одна из новейших сфер применения керамики — костная хирургия, стоматология. Монокристаллы окиси алюминия (сапфир) оказываются подходящим материалом для имплантации, особенно в комбинации с пористой керамикой, с которой хорошо соединяются живые ткани.

Все многочисленные варианты использования керамических материалов находятся в поле зрения японских конструкторов и технологов, проектирующих изделия, многие из которых могут быть эффективны в эксплуатации только благодаря керамике (правда, производство таких изделий предполагается лишь в 90-х годах и XXI в.).

Большой интерес к керамическим материалам, как известно, проявляет японское автомобилестроение. С 1980 г. широко пуб-

ликуются результаты испытаний керамических материалов для целого ряда деталей автомобильных двигателей, где перспективы их использования не вызывают сомнений. Особенно интересными являются работы по созданию двигателей с керамической камерой сгорания. Так, по расчетам японских специалистов, коэффициент полезного действия такого дизельного двигателя благодаря отсутствию системы охлаждения и, следовательно, снижению тепловых потерь может быть повышен с 36 до 56% (с учетом использования избыточной энергии отработавших газов для привода турбонагнетателя, обеспечивающего подачу воздуха на вход дизеля под давлением) [36, с. 91].

Результаты испытаний керамических двигателей в Японии показывают, что уже в 90-е годы может начаться их промышленное производство. Поэтому разрабатываются даже соответствующие стандарты на качество керамических деталей для серийного выпуска дизелей. Они финансируются министерством внешней торговли и промышленности и выполняются совместно фирмами «Исудзу дзидося» и «Кёто сэрамикку». Проблема качества керамических деталей — это главным образом проблема их надежности, которая, в свою очередь, может быть удовлетворительно решена лишь после того, как будут найдены способы устранить причины хрупкости керамических материалов, причем обычно снизить хрупкость без ухудшения основных достоинств керамики не удастся. Следует отметить, что конструирование и расчет деталей из керамических материалов также еще недостаточно освоены. Кроме того, поскольку двигатели высокой мощности будут иметь целый ряд деталей из металла, возникает множество сложных вопросов о соединении металлических деталей с керамическими. Имеется немало новых задач и в части производственного контроля, неразрушающих испытаний и др. [119, 1982, № 1, с. 7—8].

Наличие огромного числа научных, конструкторских и технологических задач в области керамических материалов подталкивает научные и промышленные круги Японии к концентрации усилий. В частности, в июне 1982 г. была организована Ассоциация особо чистой керамики, которая к концу года насчитывала в своем составе более 120 фирм [119, 1982, № 11, с. 975]. Образование этой ассоциации, объединившей как фирмы — производители сырья, так и фирмы — изготовители готовых керамических изделий, преследовало цель повысить эффективность научно-технических разработок в области создания и применения керамических материалов. Чтобы разграничить сферы деятельности новой ассоциации и Ассоциации керамической промышленности, с самого начала было четко определено, что Ассоциация особо чистой керамики будет заниматься только принципиально новыми видами керамических материалов, которые, лишь за редким исключением, изготавливаются не из природного сырья, а из искусственно вырабатываемых химических соединений. Важнейшими требованиями к этим соеди-

нениям являются отсутствие в них каких бы то ни было примесей, и способность к образованию механически однородных структур в процессе получения из них керамики (т. е. керамика должна быть не только «особо чистой», но и «особо однородной»).

В одном из документов МВТП, подготовленном в связи с созданием Ассоциации особо чистой керамики, перечислялись ее конкретные задачи: ведение научной работы в области производства и применения новых видов керамики; организация информационного обмена между различными отраслями промышленности; упорядочение статистики, обследование рынка, изучение тенденций НИОКР, сбор и предоставление необходимой информации; стимулирование работ в области стандартизации материалов, изделий и методов их испытания; развитие сотрудничества с зарубежными странами; налаживание связей и поддержание контактов с соответствующими государственными учреждениями; взаимодействие и сотрудничество с различными родственными организациями.

Совместные и скоординированные работы по выполнению этих задач, как полагают японские специалисты, позволят преодолеть многочисленные трудности, связанные с превращением керамики в один из наиболее эффективных материалов для будущих поколений промышленных отраслей.

Еще одним видом особо перспективных материалов, к которым в Японии проявляется большое внимание, являются композиционные материалы, в первую очередь углепластики. Армирующими элементами здесь служат углеродные волокна, а матрицей — эпоксидная, полиамидная и другие термореактивные (не размягчающиеся при нагреве) смолы. Предел прочности на растяжение у углепластиков более чем вдвое выше по сравнению с конструкционными алюминиевыми сплавами: по этому параметру углепластики занимают промежуточное положение между титановыми сплавами и высокопрочными сортами стали. Правда, столь же прочны и стеклопластики, однако для углепластиков характерна также весьма высокая жесткость: детали из них меньше деформируются под нагрузкой. Показатель жесткости (модуль упругости) у углепластиков практически такой же, как у титановых сплавов, а по сравнению со стеклопластиковыми — в 3—4 раза выше. Хороши и весовые свойства углепластиков: они на 20% легче стеклопластиков и почти вдвое легче алюминия. Наконец, углепластики не корродируют, а их жаростойкость, высокая теплопроводность и способность не поглощать влагу значительно расширяют их эксплуатационные возможности в составе многих машин и конструкций, целого ряда бытовых изделий. Хорошие эксплуатационные и технологические свойства этого материала делают его привлекательным для авиации, ибо из него можно изготавливать хвостовое оперение, детали фюзеляжа, отдельные элементы крыла, gondolas для двигателей и др. Так, в «Боинге-767» будет использова-

ться около 900 кг углеродного волокна (а углепластиков, таким образом, около 2 т) на один самолет. Углепластики служат также материалом для подшипников, тиглей, деталей АЭС и ракетных двигателей.

Ограничивается распространение углепластиков их высокой ценой. В авиации, где средняя стоимость 1 кг материала — около 100 долл., их применение не вызывает особых финансовых проблем, тем более что снижается вес самолета. Но в автомобилестроении, где 1 кг материала стоит около 2 долл., широкое использование столь дорогого материала нерентабельно, даже несмотря на снижение веса автомобиля с одновременным ростом его топливной экономичности, а также улучшением эксплуатационных свойств. Тем не менее автомобилестроение проявляет большой интерес к углепластикам в расчете на снижение их стоимости в будущем.

Как уже отмечалось, важнейшим компонентом углепластиков являются углеродные волокна, которые получают из полимерных волокон, подвергая их высокотемпературным воздействиям в различных газовых средах. В начале 80-х годов мировой спрос на углеродные волокна определялся преимущественно заказами авиационной промышленности США, сюда экспортировалось около 70% их японского производства, составлявшего около 3 тыс. т в год (производственные мощности в самих США составляли 1,2 тыс. т в год) [80, 1984, № 3, с. 12]. Следует отметить, что в Японии основными потребителями углеродных волокон пока являются фирмы, производящие спортивный инвентарь. Однако ожидается, что к концу 80-х годов их станут все шире применять в производстве судов, самолетов и автомобилей, а также для изготовления узлов рентгеновской аппаратуры, центрифуг для обогащения урана и т. д. В числе других композиционных материалов углепластики будут усиленно совершенствоваться, чтобы возможности их использования постоянно расширялись, а стоимость приближалась к стоимости традиционных материалов.

В 1986 г. МВТП объявило об организации новой крупной программы под названием «Техника использования функциональных свойств живых организмов» («Сэйтэй кино оё гидзюцу») ³. Этот цикл НИОКР представляет собой в первую очередь фундаментальные исследования принципов, определяющих функциональные свойства и специфические способности живых организмов. Далее задача состоит в том, чтобы разработать способы применения указанных принципов для практических целей — создания на их основе новых промышленных технологий и материалов, машин, приборов, систем управления, устройств для преобразования энергии и т. д.

Будут изучаться обмен веществ, процессы мышления, двигательные функции. В частности, выявление механизма высокой эффективности химических реакций в живых организмах позволило бы резко повысить хозяйственную роль таких видов

воспроизводимых ресурсов, как вода, воздух и солнечный свет, для получения многих ценных видов сырья и материалов; стало бы возможным создать множество новых технологических процессов, при реализации которых не требовались бы высокие температуры и давления, не загрязнялась бы окружающая среда. Глубокое понимание природы процессов мышления и строения соответствующих органов проложило бы новые пути к созданию информационно-вычислительной техники, приборов, систем контроля и управления, а также соответствующих материалов. Наконец, многое ожидается от реализации в машинах «мускульных» принципов преобразования энергии, поскольку процессы, происходящие при сокращении мышечных тканей, характеризуются весьма высоким коэффициентом полезного действия. Это позволило бы сконструировать принципиально новые виды высокоэффективных двигателей.

Таким образом, в целом речь идет об организации широкого фронта научных и инженерных работ в области новейших проблем бионики, который должен подвести под развитие машин, механизмов и информационно-вычислительных систем принципиально новую основу, связав воедино принципы живой и неживой материи. Для выполнения этой программы МВТП намерено выделить на 20-летний период сумму от 500 млрд. до 600 млрд. иен (в ценах 1986 г.). Большие усилия со стороны японских научных кругов направляются на то, чтобы эти работы выполнялись при самом активном участии зарубежных ученых и лабораторий и стали своего рода аналогом западно-европейского проекта «Эврика». По мнению японских ученых, исключительная сложность тематики делает международное сотрудничество в рамках данной программы главным условием достижения намечаемых целей [87, 1986, № 4, с. 36, 40].

Кроме МВТП перспективным исследованиям и разработкам для последующего промышленного освоения значительное внимание уделяет и Управление по науке и технике (УНТ). В частности, особого упоминания заслуживает цикл работ по организованной УНТ в 1981 г. программе «Поисковые исследования передовых технологий». Эти работы представляют собой самостоятельные исследования фундаментального характера и организационно оформлены как отдельные проекты. В 1981 г. данная программа включала в себя четыре проекта: исследование мелкодисперсных систем (для использования результатов в работах, связанных с проблемами памяти на магнитных носителях, сверхпроводимости, разделения вирусов и т. д.); разработка аморфных металлов, слоистых материалов и неравновесных структур (для применения при создании коррозионноустойчивых материалов, прозрачных магнитных материалов, специальных композитов); разработка и синтез высокофункциональных полимеров (с такими необычными свойствами, как совместимость с живыми тканями, электропроводность и даже сверхпроводимость); получение кристаллов с совершенной структурой (для

применения в интегральных схемах и других электронных компонентах новых поколений).

К 1984 г. программа пополнилась еще двумя проектами. Один из них связан с изучением механизма координации различных органов в живых организмах — его результаты будут использованы как в медицине, так и при разработке новых систем обработки информации. Другой проект посвящен проблемам распространения сигналов по каналам нервной системы живых организмов («биоинформации»).

В 1981/82 г. для работ по программе было выделено 0,6 млрд. иен, в 1982/83 г. — 2 млрд., еще через пять лет объем финансирования достигнет 8 млрд. иен [152, 1983, № 5, с. 23].

Каждый проект выполняется группой ученых в составе около 20 человек, причем могут привлекаться зарубежные специалисты, и возглавляется директором проекта. Главное в организации такой группы — это то, что она создается под конкретный проект и должна быть расформирована после его выполнения. Оборудование и исследовательские лаборатории арендуются на время работы над проектом, а не приобретаются.

Подобный, программно-целевой метод имеет ряд крупных достоинств: объединяются усилия представителей разных научных школ и направлений, над участниками не довлеет «вертикальная структура» традиционных НИИ, более эффективно расходуются средства, поскольку становится возможным маневрировать наличными людскими, материальными и финансовыми ресурсами, а не создавать под новые проблемы новые научные подразделения.

Программы совершенствования энергетической техники

Проблемы развития и совершенствования энергетической техники в Японии и всего ее энергохозяйства весьма сложны и многоплановы. Зависимость страны от импорта нефти составляет около 99%. Чтобы максимально ослабить эту зависимость, принимаются меры по освоению нефтяных источников на шельфе и в открытом море, большое внимание в последнее время привлекают и существенные запасы угля, которыми располагает страна. Хотя уголь в основном весьма невысокого качества, издержки его добычи довольно высоки, а современные процессы потребления энергоносителей ориентированы на жидкое и газообразное топливо, все же это реальный источник «автономного» энергообеспечения. Более того, уже имеются способы переработки угля в жидкое или газообразное топливо, что делает расчеты на его эффективное применение в будущем вполне обоснованными.

Среди других мер по уменьшению доли нефти в энергобалансе Японии рассматривается также переход к более активному

использованию природного газа и новых, так называемых альтернативных источников энергии. Но особенно большая роль в перестройке структуры энергопроизводства отводится атомной энергии. Согласно одному из прогнозов, доля атомной энергии в энергобалансе страны должна возрасти к 1995 г. до 14% (с 6,9% в 1982 г.), а в выработке электроэнергии — до 35% (с 19,5% в 1982 г.). В конечном счете ожидается, что доля нефти в энергобалансе понизится до 48—50% (с 62% в 1982 г.) [124, 1983, № 11, с. 10].

Развитие атомной энергетики в Японии сопровождалось определенными трудностями, которые обусловлены многими факторами. В их числе конкуренция со стороны энергопроизводителей, использующих жидкое топливо, стоимость которого даже с учетом доставки в Японию долгое время была весьма невелика; высокие расходы на строительство АЭС, в частности из-за сложных сейсмических условий; отсутствие в Японии крупных научных исследований по данной тематике. В результате в 70-е годы объемы строительства АЭС сильно отставали от намеченных, что, естественно, тормозило развитие атомной энергетики [19, с. 136—137].

Вместе с тем необходимость быть «на острие» самых современных тенденций в этой области требовала разработок новых типов ядерных реакторов и новых способов обогащения и получения урана, способствовала развитию исследований в области термоядерного синтеза. В 1985/86 г. уровень расходов на НИОКР в области ядерной техники составил 338,9 млрд. иен, что намного больше, чем в любой из стран Западной Европы, и около 40% уровня США [11, 1986, с. 34].

Основные проекты и разработки в сфере атомной энергетики направлены на создание новых модификаций легководных реакторов, а также имеющих особенно большое значение реакторов-размножителей на быстрых нейтронах. В 1985 г. завершилась десятилетняя программа по усовершенствованию и стандартизации легководных реакторов с кипящей водой и с водой под давлением. Был достигнут определенный прогресс в повышении безопасности и надежности их работы, автоматизации химического и радиационного контроля, созданию новых высокоэффективных тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) [82, 1985, № 1, с. 44].

Японскими специалистами был разработан демонстрационный легководный кипящий реактор на тепловых нейтронах с тяжелой водой в качестве замедлителя, в котором топливом может служить как уран, так и плутоний. В 1982 г. на основании экспериментов, проведенных на модельном реакторе «Фугэн», Комиссия по атомной энергии приняла решение о создании реактора почти вчетверо большей электрической мощности (600 тыс. кВт).

Как отмечалось, большое внимание в Японии уделяется и реакторам-размножителям на быстрых нейтронах, которые по-

путно с выработкой тепла превращают имеющийся в большом количестве уран-238 в плутоний, являющийся топливом для ядерных реакторов наряду с обычно применяемым дефицитным ураном-235. Благодаря таким реакторам резко увеличиваются ресурсы ядерного топлива для получения электрической энергии. С марта 1983 г. в Японии начаты исследования в этой области на экспериментальном реакторе этого типа «Дзёё» тепловой мощностью 100 тыс. кВт. В 1990 г. ожидается ввод в действие реактора «Мондзю» с электрической мощностью 280 тыс. кВт, но пока в атомной энергетике Японии реакторы на быстрых нейтронах еще не эксплуатируются.

Одним из крупных японских проектов в области атомной энергетики является создание реактора для выработки тепловой энергии с целью ее непосредственного использования в различных технологических целях — при производстве стали, метанола, водорода, синтетических газо- и нефтепродуктов и т. д. Подобное использование ядерной энергии позволило бы сэкономить большие количества нефти и газа — главных источников тепловой энергии для промышленности. Однако задача существенно усложняется необходимостью выработки высокопотенциальной тепловой энергии, т. е. теплоноситель реактора должен иметь температуру порядка 1000°C . Японские специалисты остановили свой выбор на оптимальном теплоносителе — инертном газе гелии. Работы над высокотемпературным газоохлаждаемым ядерным реактором ведутся в Японии с 1969 г., а основная программа экспериментов, как ожидается, будет выполняться в 90-е годы.

В области термоядерного синтеза японские специалисты осуществляют довольно широкий круг исследований и разработок. Созданы установки для удержания плазмы, исследуются методы ее нагрева и диагностики. Осваивается численное моделирование на ЭВМ процессов термоядерного синтеза. Решаются многие научные и инженерные задачи, связанные с конструированием магнитов, разработкой материалов, производством трития и др. [15, с. 16—17]. Однако, как известно, стоящие в этой области задачи сложны и все еще далеки от решения.

Важным циклом работ, проводимых в Японии с 1974 г. с целью существенного расширения возможностей энергопроизводства за счет использования альтернативных источников энергии, являются работы по программе «Солнечный свет», финансируемые МВТП. Программа имеет в своем составе целую группу проектов (причем лишь один из них связан с освоением энергии, непосредственно излучаемой солнцем). Каждый проект, или, строго говоря, раздел программы, не ограничен конкретным сроком завершения. Вслед за окончанием определенного этапа ставятся задачи по развитию полученных результатов на следующем этапе и формируется очередной фронт работ.

Отвечает за осуществление данной программы Палата промышленной технологии МВТП. Общий объем работ по всем ис-

следовательским разделам программы за период с 1974/75 по 1984/85 г. составил 214 млрд. иен. В структуре расходов МВТП на проведение НИОКР эта программа занимает главное место: в первой половине 80-х годов на нее ежегодно затрачивалось в 2—3 раза больше средств, чем на «Большие проекты» [13, 1983, с. 2].

Каждый из разделов программы «Солнечный свет» имеет четко обозначенный профиль научно-технических работ: геотермальная энергетика, геотермальная энергетика, газификация и сжижение угля («новая угольная энергетика»), водородная энергетика. В специальный раздел выделены работы по ветроэнергетике, использованию тепловой энергии океана, энергетике биомассы. В первой половине 80-х годов на работы по «новой угольной энергетике» было выделено больше средств, чем на все остальные разделы программы, вместе взятые.

При решении проблемы газификации угля главная задача заключается в разработке экономически выгодных методов его гидрогенизации, т. е. получения углеводородов в процессе химических реакций между основным компонентом угля — углеродом — и водородосодержащими веществами (например, водяным паром) или непосредственно с водородом. Разрабатываются два варианта — получение газа с высокой теплотой сгорания (на базе метана) и газа с низкой теплотой сгорания (газификация с использованием водяного пара и воздуха, обеспечивающая получение смеси углеводородов и окиси углерода). Причем в ходе осуществления последнего проекта был создан энерготехнологический комплекс, в котором газ не только производится, но и потребляется далее как топливо, а конечным результатом работы является выработка электроэнергии. С целью повышения коэффициента полезного действия используется система из паровой и газовой турбин; для удовлетворения экологических требований большое внимание уделяется тому, чтобы топливо содержало минимальное количество серы, а при сгорании выделяло мало окислов азота.

В нескольких вариантах разрабатываются процессы получения из угля жидкого топлива, причем главным объектом работ является уголь невысокого качества, в первую очередь бурый. Одна из установок по переработке угля в жидкое топливо, производительностью 2,4 т/сут, работает в г. Кавасаки, недалеко от Токио. Значительно более крупная экспериментальная установка, производительностью 50 т/сут, предназначена для эксплуатации в Австралии.

Двум другим разделам программы «Солнечный свет» — геотермальной и геотермальной энергетике, — судя по объемам затрат, придается практически одинаковое значение: к 1985 г. на каждый из них было израсходовано около 55 млрд. иен.

Солнечная энергия — чрезвычайно крупный ресурс, но способов его экономически эффективного использования пока не существует. Даже экономические показатели электростанций с

реакторами-размножителями как с точки зрения требуемых капиталовложений, так и по стоимости электроэнергии вдвое лучше. Материалоемкость термических гелиоэлектростанций в 10—20 раз выше, но и полупроводниковые тоже уступают по этому параметру всем видам АЭС [22, с. 124]. Дело в том, что солнечная энергия обладает очень малой «плотностью»: даже на тропических широтах ее суточное поступление не превышает 6 кВт·ч/кв. м, а непостоянство солнечного потока по времени делает весьма актуальной проблему аккумулирования энергии.

Наиболее перспективны установки с прямым преобразованием солнечного излучения в электроэнергию (фотоэлектрические), но пока этот способ преобразования еще очень дорог и, кроме того, не позволяет получать большие мощности. Естественно, что использовать их можно лишь в дневное время и в ясную погоду. Работы ведутся по дальнейшему усовершенствованию этих элементов и удешевлению их выпуска, а также по созданию различных систем их практического применения (в жилых зданиях, школах, заводских условиях и т. д.).

Второе направление в разработке гелиоэлектрических установок — превращение энергии солнечного излучения в тепловую, а затем с помощью паровой турбины в механическую и далее в электрическую. Созданы две такие системы с электрической мощностью по 1 тыс. кВт и разрабатываются более мощные.

Третьим направлением развития гелиоэнергетики по программе «Солнечный свет» является разработка различных вариантов систем теплоснабжения и теплорегулирования небольших строительных сооружений, главным образом жилых домов, где достаточной является мощность порядка 3—5 кВт. Рассматриваются и схемы использования энергии солнца в промышленных термических процессах.

Геотермальная энергия, так же как и солнечная, имеет широкие перспективы практического применения. Уже в настоящее время она вносит вклад в энергобаланс страны, хотя и очень небольшой (менее 1%). Программа «Солнечный свет» предусматривает реализацию комплексной системы мер по дальнейшему развитию геотермальной энергетики: крупномасштабный поиск и изучение геотермальных источников (с глубиной залегания до 4000 м), создание новых видов техники для использования энергии термальных вод (в том числе низкопотенциальной) и глубинного тепла горных пород, расширение сферы применения геотермальной энергии. Ряд специальных работ нацелен на решение сложных проблем, обусловленных экономическими требованиями.

По сравнению с другими разделами программы раздел водородной энергетики выглядит весьма скромно: весь объем работ, выполненных по этой тематике к 1985 г., составляет около 7 млрд. иен, т. е. он меньше, чем годовые затраты по разделам геотермальной или гелиоэнергетики в начале 80-х годов. В из-

вестной степени это связано с тем, что водород не является природным энергоносителем. Так, для получения водорода из воды приходится расходовать больше энергии, чем дает его последующее сгорание. Существуют и другие способы получения водорода, но тоже весьма дорогие. Энергетический аспект проблемы смягчается наличием у электростанций режимов с большим «провалом» графика нагрузки, например в ночное время, который необходимо выравнивать. Именно эту электро-энергию (иногда называемую «провальной») и целесообразно использовать в электролизерах, где получают водород из воды. Лишь в случае овладения энергией термоядерного синтеза, когда вопрос об ограниченности и высокой цене энергоносителей будет снят, водородная энергетика станет, по-видимому, такой же популярной, как в наши дни нефтяная.

Главное достоинство водорода как энергоносителя — это то, что он сгорает, не загрязняя окружающую среду. Вместе с тем ввиду его взрывоопасности в смеси с кислородом или воздухом необходим строгий контроль с целью предотвращения его возможных утечек. Кроме того, из-за его исключительно низкой плотности возникают затруднения с хранением. Так, для хранения всего лишь 90 кг водорода в сферическом газгольдере при давлении 9 атм требуется выделить площадь 36 кв. м, при размещении их в стальных баллонах высокого давления эту площадь можно уменьшить в несколько раз, но из-за большого веса баллонов становится сложно использовать водород на транспорте.

Все отмеченные проблемы находят свое отражение в работах по программе «Солнечный свет»: создана исследовательская установка для электролиза воды при высоких температуре и давлении, разрабатываются безопасные системы для его осуществления в стационарных условиях и на транспорте. Задача хранения водорода решается на основе использования гидридов металлов, т. е. металлородных химических соединений. По своему техническому содержанию эти разработки довольно широки: имеется много малоизученных вопросов, связанных как с обеспечением максимальной «емкости» гидридов, так и с быстротой высвобождения водорода, а также величиной необходимых для этого тепловых затрат (для выделения водорода гидриды требуется нагревать). Существуют трудности и с организацией прогрева гидридов из-за их весьма малой теплопроводности, предстоит найти способы их предохранения от воздействия кислорода, влажности и т. д.

Если для высвобождения водорода из гидридов металлов требуется подвод тепла (в этих целях может применяться тепло отработавших газов, воды и т. п.), то при «связывании» водорода, наоборот, тепло выделяется и поэтому нужно организовать его отвод. Во избежание потерь в атмосферу оно должно использоваться в каких-либо энергоустановках или, например, для обогрева помещений. Ряд фирм («Санъё дэнки», «Ма-

цусита дэнки», «Тюо дэнки когё» и др.) разрабатывают в этих целях различные теплообменные системы.

В начале 80-х годов гидриды металлов были все же еще весьма дороги (3 тыс. иен/кг), поэтому создаваемые установки были экспериментальными или демонстрационными [152, 1984, № 10, с. 31—33].

Один из разделов программы «Солнечный свет» включает группу работ «неоднородного» содержания: техника ветроэнергетики, использование океанической тепловой энергии, энергетика биомассы, системы аккумулирования энергии. В 1984 г. к ним добавились работы по вопросам добычи нефти на шельфе. Часть расходов по данному разделу, составивших на начало 1985 г. 6,1 млрд. иен, идет на различные мероприятия, обеспечивающие развитие программы в целом, в частности на ее информационное обслуживание. В этом разделе одним из наиболее значительных является проект создания электростанции, использующей температурный перепад между верхними и глубинными слоями воды в океане, мощностью 100 тыс. кВт. Разрабатываются и различные системы преобразования энергии ветра, которые хотя и имеют относительно небольшую мощность, но в определенных условиях служат эффективным источником электроэнергии, не требующим снабжения топливом (например, в условиях антарктических экспедиций).

Вопросы аккумулирования энергии являются для Японии очень актуальными. Поскольку географически страна располагается в пределах лишь двух часовых поясов, то можно сказать, что ночь и день наступают на всей территории одновременно. В результате нет возможности «перебрасывать» излишек электроэнергии, образующийся вследствие резкого падения спроса на нее в ночное время, из одних районов в другие. К тому же для Японии характерна довольно высокая доля электроэнергии, производимой на ТЭС и АЭС (более 80%). Изменения режимов работы ТЭС и АЭС из-за того, что в ночное время приходится отключать значительную часть электрогенераторов, ведут к увеличению себестоимости вырабатываемой электроэнергии. Поэтому все более острой становится проблема аккумулирования электроэнергии, производимой в ночное время, и ее возвращения в электрическую сеть днем, особенно в часы, когда возникают «пиковые» нагрузки.

Наиболее известным и применяемым на практике способом такого аккумулирования является использование гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Когда потребители расходуют минимум электроэнергии, ГАЭС не вырабатывает ее, а потребляет, перекачивая воду из нижнего водохранилища в верхнее. В режиме «пиков» нагрузки она переходит на выработку электроэнергии, расходуя воду, запасенную в верхнем водохранилище. Однако коэффициент полезного действия ГАЭС не превышает 60—70%; кроме того, такие станции можно строить лишь там, где имеется соответствующий рельеф мест-

ности, соединяя их с сетью энергосистемы линиями электропередачи, нередко очень протяженными. Требуются немалые земельные территории и под водохранилища, и под эти линии. Поэтому нередко высказываются мнения о том, что перспективы ГАЭС, в частности в Японии, довольно ограничены. Во всяком случае, доля ГАЭС в общей структуре мощностей японских электростанций в 80—90-е годы возрастет не будет, стабилизировавшись на уровне около 10%.

Известны и другие способы аккумулирования энергии: зарядка электрических аккумуляторов⁴, сжатие воздуха (пневматические аккумуляторы), разгон массивных маховиков с последующим использованием их кинетической энергии (инерционные аккумуляторы). Интерес к последнему способу, исследуемому по программе «Солнечный свет», очень велик ввиду его принципиальной простоты и высокой эффективности на практике. Расчеты и эксперименты показывают, что инерционный аккумулятор может иметь КПД около 80%, т. е. заметно выше, чем у ГАЭС; кроме того, аккумуляторы с «супермаховиками» могут быть построены практически в любом месте.

Технически основная проблема «супермаховика» — это предотвращение его разрыва центробежными силами. Разработано много вариантов его конструкции и установлено, что материалом для него могут служить только высокопрочные и легкие неметаллические композиционные материалы. В Японии проработка этого способа аккумулирования энергии выполнена очень детально. Ее результаты в основном сводятся к следующему [92, 1982, № 4, с. 257—262]. Во-первых, ротор должен быть выполнен из углепластика способом окружной намотки нити. Во-вторых, необходимо исходить из возможностей его транспортировки с завода к месту установки. Так, ротор диаметром 8,5 м, массой более 200 т (а именно для него ожидается достижение КПД в 80%) целесообразно устанавливать на станциях в приморских районах, доставляя его по воде. Для установки во внутренних районах страны размеры ротора следует ограничить 4 м (однако КПД понизится до 60%). В-третьих, вращение ротора должно происходить с весьма большой скоростью, достигающей на его периферии 800 м/с. Поэтому он должен вращаться внутри вакуумной камеры, а его уплотнения по валу должны быть весьма эффективными и с точки зрения герметичности, и с точки зрения поглощаемой мощности. В связи с этим предлагается применить оригинальное уплотнение с магнитной жидкостью. Далее, чтобы снизить потери в подшипниках, потребуется применить особые электромагнитные подшипники, в которых обеспечивается зазор в 3 мм. Имеется и много других оригинальных решений, например в части регулирующей аппаратуры, системы автоматики и т. д. Считается, что для станции мощностью 100 тыс. кВт требуется 64 агрегата с ротором диаметром 8,5 м, для размещения которых нужен земельный участок с размерами 100×185 м.

Проекты по программе «Лунный свет» *

Объект разработки	Объем исследований, млрд. иен.	Период разработки
Высокотемпературная газовая турбина	26	1978/79—1987/88
Системы утилизации вторичного тепла	4	1976/77—1981/82
Установка с МГД-генератором . . .	6,4	1966/67—1975/76
	5	1976/77—1983/84
Электрические аккумуляторы . . .	17	1980/81—1990/91
Электрохимический генератор . . .	11	1981/82—1986/87
Многоцелевой двигатель Стирлинга .	10	1982/83—1987/88
Тепловые насосы	10	1984/85—1991/92

* Составлено по [14, 1982, с. 16—17, 1984, с. 8—9].

Таким образом, по мнению японских специалистов, хотя еще остается проблема дальнейшего уменьшения размера маховиков, с технической точки зрения этот метод аккумулирования электроэнергии вполне может быть реализован на основе уже имеющегося научно-технического опыта.

Отдельным направлением японских работ в области проблем энергетики является система проектов по программе «Лунный свет», учрежденной в 1978 г. и финансируемой МВТП. В рамках этих проектов разрабатываются перспективные технические средства, обеспечивающие рационализацию использования первичной энергии за счет повышения КПД потребляющих ее энергоустановок. (У обычных энергоустановок КПД, как правило, не превышает 40%). Таковы проекты газовой турбины для газопаротурбинной установки с термическим КПД рабочего цикла более 55%, комбинированной энергоустановки с паротурбогенератором и МГД-генератором, имеющей КПД более 50%, электрогенерирующей установки на топливных элементах (электрохимического генератора) с КПД от 50 до 80%, различных энергоустановок с двигателем Стирлинга. Другие проекты предусматривают создание специального оборудования, которое позволило бы более рационально использовать энергию, создаваемую традиционными энергопроизводящими установками,— таковы системы утилизации вторичного тепла, мощные электрические аккумуляторы (которые бы запасали энергию в периоды малого энергопотребления и возвращали ее в сеть во время «пиковых» нагрузок) и др.

Проекты по программе «Лунный свет» организованы аналогично «Большим проектам» МВТП. Они ориентированы на выполнение конкретных исследований, завершаемых реализацией инженерного проекта, рассчитаны на определенный период, а их стоимость приблизительно определена в самом начале на весь этот период (табл. 8).

Как видно из табл. 8, некоторые проекты были начаты еще до того, как была сформирована программа «Лунный свет», а с 1978 г. стали частью этой программы. Так, например, работы по созданию установки с МГД-генератором выполнялись вначале в рамках «Больших проектов» МВТП.

Наибольший объем работ приходится на разработку высокотемпературной газовой турбины, точнее говоря, на создание газопаротурбинной установки, высокий КПД которой обусловлен тем, что часть энергии продуктов сгорания топлива используется в газовой турбине, а оставшаяся часть (сообщаемая паром от газа, покинувшего газовую турбину) — в паровой турбине. Благодаря высокому температурному перепаду на рабочем теле установки (температура газа перед газовой турбиной — более 1400°C) достигается КПД свыше 50%. Основные технические проблемы связаны с созданием высокотемпературной газовой турбины, обеспечением ее надежной работы и длительного ресурса. С 1984 г. в Японии ведутся исследования демонстрационной установки мощностью 100 тыс. кВт.

В 1984 г. завершились 200-часовые испытания экспериментальной МГД-установки электрической мощностью 100 кВт, которые позволили решить ряд вопросов по ее конструкции и рабочему процессу (работы по этому проекту были продлены на год по сравнению с первоначальным планом). В планы японских специалистов входит создание МГД-установок — тепловой мощностью 300 кВт, работающей на мелкодисперсном угле, и 1,5 тыс. кВт, работающей на угольно-нефтяной смеси, с перспективой создания установок тепловой мощностью 15 тыс. кВт.

Работы над электрическими аккумуляторами ориентированы на крупномасштабную реализацию таких систем, мощность которых составила бы десятки тысяч киловатт. Вместе с тем и на порядок менее мощные аккумуляторы могли бы в принципе найти применение для накопления энергии от солнечных и ветряных генераторов (если, конечно, отвлечься от весьма высокой стоимости подобных комплексов «малой энергетики» в настоящее время).

Работы над электрохимическим генератором, начатые в 1981 г., связаны главным образом с усовершенствованием рабочего процесса топливных элементов, являющихся его основой. С этой целью разрабатываются элементы с различными электролитами и катализаторами мощностью от 1 до 1000 кВт. Топливом будут служить природный газ, метиловый спирт, продукты газификации угля и т. д. Большим достижением должно стать отсутствие в рабочем процессе продуктов, загрязняющих атмосферу. В случае если будет решена задача регенерации тепла, КПД генератора достигнет уникальной величины — 80%.

В 80-е годы начаты еще два проекта — разработка базового варианта двигателя Стирлинга и тепловых насосов. Достоинством двигателя Стирлинга является на 5—10% более высокий КПД, чем у карбюраторных двигателей. Будучи с этой точки

зрения близким к дизелю, он в то же время почти не производит шума и не загрязняет атмосферу, а кроме того, весьма долговечен. Проектом предусматривается создание двигателя с КПД более 32% и ресурсом в десять лет.

Создание тепловых насосов преследует цель использовать так называемое низкопотенциальное тепло посредством «перекачки» тепловой энергии от сред с более низкой температурой к средам с более высокой температурой, например от окружающего воздуха или почвы к нагревательным поверхностям промышленных или бытовых установок. Для осуществления этого процесса требуются затраты энергии, однако в конечном счете баланс энергии положителен, и в тем большей степени, чем выше КПД двигателя, применяемого в системе. Поэтому, в частности, использование двигателя Стирлинга является здесь особо перспективным. Предполагается разработать к началу 90-х годов тепловые насосы двух разных типов — компрессорного и химического, с температурой на выходе соответственно 150 и 200° С.

Перечисленными проектами, в которых находят выражение важнейшие направления работ по совершенствованию энергетической техники в Японии, естественно, не исчерпываются все меры, принимаемые в этой области. Большое внимание к повышению эффективности энергосбережения проявляют также фирмы, причем внимание уделяется проблеме экономии энергии не только в сфере ее производства, но и в сфере потребления.

Исследования и разработки в области «наук о жизни»

Одной из главных областей научно-технического развития Японии становятся «науки о жизни». Это довольно сложный междисциплинарный комплекс, в который в качестве составных частей входят разделы практически всех видов наук — естественных, общественных, технических, в частности биологии и медицины, биохимии и биофизики, психологии и социологии, сельскохозяйственных наук и др. Вся эта система научных дисциплин нацелена на то, чтобы посредством глубокого, комплексного подхода к явлениям, лежащим в основе развития живой материи, найти эффективные способы оптимизации целого ряда биологических процессов, обеспечив тем самым решение многих практических задач. Среди них — расширение сферы используемых ресурсов, в первую очередь продовольственных, успешное лечение, а по возможности и искоренение опасных болезней, решение проблемы активного долголетия человека.

Объектами научного исследования служат, с одной стороны, сам человек, а с другой — окружающая его живая материя. Необходимость рассматривать их как единую систему, воздей-

ствий на которую не должны вести к опасному для человека нарушению равновесия в биосфере, изменению основ его собственной природы, предполагает совершенное владение механизмом управления наследственностью, законами генной инженерии. И в настоящее время, и в обозримом будущем прогресс в этой области будет самым непосредственным образом определяться результатами фундаментальных исследований, но вместе с тем многое будет зависеть и от разработки конкретной инструментальной техники, обеспечивающей проведение «операций» на клетках или даже на их отдельных составляющих.

Важнейшей практической сферой «наук о жизни» является биотехнология, которая в принципе уже имеет историю, соизмеримую с историей самого человека. Как известно, приготовление многих пищевых продуктов всегда было в значительной степени связано с использованием действия микроорганизмов, а точнее, содержащихся в них (как, впрочем, и во всех живых клетках) ферментов — биологических катализаторов, осуществляющих биохимические реакции. Однако в наши дни биотехнология развивается уже не столько на эмпирической основе, сколько благодаря познанию особенностей строения живых организмов на клеточном уровне и законов их взаимодействия с окружающей средой и, наконец, во все большей степени — на достижениях клеточной и генной инженерии, позволяющей создавать новые биологические системы.

На сегодня найдено множество способов целенаправленного воздействия на микроорганизмы с целью получения определенного биологического, а при соответствующей постановке дела и производственного эффекта. В частности, преобразовав методами генной инженерии такие микроорганизмы, как дрожжи, плесневые грибы, бактерии, можно организовать процессы чрезвычайно быстрого наращивания их биомассы за счет использования органических отходов древесного сырья, соломы, природного газа и др. Это, в свою очередь, позволяет создать более мощную кормовую основу для развития животноводства, а в ряде случаев успешно синтезировать и новые виды пищевых продуктов для человека. Стала реальной возможность сознательно «конструировать» новые, высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур, разрабатывать более эффективные средства борьбы с вредителями растений и животных.

Имеет перспективы применение методов биотехнологии в горнопромышленном производстве, в частности для так называемого микробиологического выщелачивания металлов с помощью бактерий из рудных месторождений, дегазации угольных пластов (с помощью метаноокисляющих бактерий) и т. д. Одним из самых высокоразвитых промышленных направлений биотехнологии является производство медицинских препаратов — интерферона, инсулина и др. От стадии эксперимента к производственному этапу переходит использование фотосинтезирующих микроорганизмов и получение топлива из биомассы

[57, с. 200—201]. Электронная промышленность разрабатывает «биочипы», сравнимые по сложности выполняемых функций с нейронами головного мозга. Специалисты рассматривают их как своего рода разновидность обычных микросхем, но изготавливаться они будут не из кремния, а из белков, хотя, возможно, и в сочетании с традиционными материалами. Рабочий процесс в «биочипах» будет осуществляться на молекулярном уровне, точность же их изготовления должна быть в 10 тысяч раз выше, чем современных кремниевых микросхем. Однако и их быстрое действие будет в миллиарды раз выше. С помощью нескольких «биочипов» станет возможно, например, создавать такие элементы, которые смогут выполнять функции отдельных пораженных участков головного мозга, частично восстанавливать зрение у слепых. Наконец, успехи генной инженерии, по-видимому, позволят спроектировать такие структуры, на которых будут построены и «биокомпьютеры» [152, 1984, № 11, с. 21].

Целенаправленную политику по форсированию прогресса в области «наук о жизни» в Японии стали проводить в 70-х годах. После того как в 1971 г. Научно-технический совет Японии, высший орган планирования развития науки и техники, отметил чрезвычайную актуальность «наук о жизни», был осуществлен ряд организационных мероприятий и начали формироваться программы обширных исследований в этой области. Десять лет спустя, в 1981/82 г., расходы на НИОКР по проблематике «наук о жизни» достигли уже 510 млрд. иен, почти вдвое превысив ассигнования на работы по проблемам атомной энергии (причем более 70% приходилось на тематику медицинского профиля, в особенности связанную с разработкой новых медицинских препаратов) [152, 1983, № 6, с. 12—13]. Доля частного сектора в НИОКР довольно высока — 68%, что свидетельствует о его очевидной заинтересованности в коммерческом освоении рынков соответствующей продукции, как, впрочем, и о масштабах этих рынков. Большое организационное содействие деятельности частных фирм оказывает созданный при Федерации экономических организаций (Кэйданрэн) Комитет по «наукам о жизни», в который входит свыше 70 промышленных компаний.

Вместе с тем наиболее широкой исследовательской тематикой и ее фундаментальной направленностью отличаются работы, организуемые и финансируемые государством. Так, в 1973 г. при Управлении по науке и технике был создан специальный отдел, призванный содействовать развитию «наук о жизни». Он подготовил довольно широкую программу генетических исследований, главным образом по проблемам ДНК⁵, и обеспечивает координацию их проведения. С 1984 г. эти функции выполняет отдел планирования в области «наук о жизни». В рамках Управления по науке и технике довольно большой цикл работ проводился Институтом физических и химических исследований, особенно одним из его отделов, специализирую-

шимся на разработке искусственных внутренних органов и микробиологической техники. Здесь работают над такими темами, как «факторы регулирования процессов старения», «создание систем для поиска природных биологически активных веществ», «разработка интеллектуальных машин» и др. Ряд работ ведет также НИИ радиационной медицины (изучение влияния на человеческий организм низких уровней атомной радиации, в частности для борьбы с раком и другими заболеваниями).

Крупные исследования осуществляются научными центрами министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства. Один из его проектов, начатый еще в 1978 г. и рассчитанный на десять лет, направлен на разработку способов резкого ускорения роста растений. Являясь естественными преобразователями солнечной энергии в химическую энергию составляющих их веществ, они могут рассматриваться в перспективе как достаточно эффективные энергоносители и внести определенный вклад в смягчение чрезвычайно актуальной для Японии энергетической проблемы. Другой проект, начатый в 1981 г. и рассчитанный также на десять лет, предусматривает разработку техники и технологии эффективного использования биологических ресурсов в качестве пищевых и кормовых продуктов, энергоносителей, материалов и т. д. С 1982 г. ведутся работы по пятилетнему проекту создания новых видов биоресурсов — искусственного выведения новых видов микроорганизмов методами клеточной инженерии. Выполняется и ряд работ по генетике, управлению механизмом наследственности.

Среди исследований, осуществляемых институтами и лабораториями МВТП, наибольший интерес вызывает биотехнологический раздел, являющийся частью начатого в 1981 г. проекта «Базовая технология промышленности следующего поколения». Для планирования и координации всех работ по биотехнологии, проводимых МВТП, в 1982 г. было организовано Управление по биоиндустрии.

Свои программы в области «наук о жизни» осуществляют и ряд других министерств и управлений, в частности министерство здравоохранения, министерство просвещения, министерство труда, Управление по охране окружающей среды.

В августе 1980 г. Научно-техническим советом Японии были сформулированы следующие девять задач, решению которых подчинены все проводимые в стране НИОКР по проблематике «наук о жизни» [152, 1983, № 6, с. 9]: 1) уяснение механизма жизненных процессов и биологических функций; 2) выявление связей между деятельностью человека и процессами, происходящими в биосфере; 3) содействие исследованиям в области умственной деятельности человека, строения его нервной системы и мозга; 4) развитие мер по укреплению и сохранению здоровья человека, по борьбе с наследственными заболеваниями; 5) обеспечение человека продовольственными ресурсами; 6) решение проблем энергообеспечения; 7) достижение максимальной сов-

местимости между промышленными и живыми (включая человека) системами; 8) установление равновесия между ростом численности населения и ресурсами; 9) содействие исследованиям в области рекомбинации ДНК.

Более конкретную картину дает доклад Научно-технического совета, подготовленный в ноябре 1981 г. и раскрывающий содержание проводимых и предполагаемых исследований [152, 1984, № 11, с. 8—9].

В нем в первую очередь подчеркивается, что в целях создания новых методов геной и клеточной инженерии необходимо обеспечить значительное развитие фундаментальных исследований по изучению явлений, лежащих в основе процессов жизни. Отмечается важность более четкой и строгой организации исследований, приведения их в единую систему, создания специальных фондов их финансирования; особое внимание обращается на необходимость международного обмена информацией. Центральное место в исследованиях, подчеркивается в докладе, должны занимать фундаментальные проблемы современной биологии, вопросы медицины и здравоохранения, охраны окружающей среды, обеспечения продовольствием и другими видами ресурсов, в том числе энергией. В отраслевом плане особые усилия должны прилагаться к развитию новых направлений химической промышленности, хотя, указывается в докладе, не следует упускать из виду и многие другие перспективные промышленные сферы.

Каждый из названных вопросов является достаточно сложным и многоплановым. В частности, фундаментальные проблемы биологии включают в себя проблемы передачи наследственных признаков, расшифровки генетических кодов, развития клеточных структур, управления механизмом иммунитета, моделирования функций головного мозга и нервной системы и т. д. В области медицины и здравоохранения центральное место должны занять исследования наследственных заболеваний, рака, смертность от которого в Японии непрерывно возрастает, а также других болезней. Требуется изучить механизм старения и иммунитета, получить целый ряд новых веществ для диагностических и лечебных целей, разработать технику оценки безопасности новых химических соединений и др.

Чрезвычайно много вопросов встает в связи с проблемой охраны окружающей среды. Эти вопросы уже не новы, но их конкретное содержание постоянно меняется по мере развития хозяйственной деятельности, появления новых веществ и соединений химического и биологического происхождения.

Расширение продовольственной базы предполагается осуществлять за счет более интенсивных методов селекции, получения пищевых и кормовых продуктов из биомассы, создания биологических пестицидов взамен химических, оказывающих нередко весьма вредное воздействие на природу и человека. Большое место здесь занимает оптимизация управления рыб-

ными запасами. В докладе отмечается также необходимость активно применять достижения биотехнологии для расширения сырьевой и энергетической базы, в частности для получения энергии из биомассы, использования микроорганизмов как «аккумуляторов» солнечной энергии. Большие работы предполагается вести по совершенствованию техники бактериального выщелачивания, а также микробиологических методов обработки и повторного использования промышленных отходов.

Особое значение, по мнению авторов доклада, должны иметь успехи современной биотехнологии для подведения принципиально новой основы под деятельность химической промышленности. Следует, однако, иметь в виду, что в Японии химическая промышленность включает в себя производство фармацевтической продукции, пестицидов и ряда других веществ, где применение биотехнологических методов наиболее перспективно. Поэтому, по существу, речь идет о влиянии биотехнологии не на всю отрасль, а лишь на ряд ее производств.

В конечном счете в докладе была сформулирована широкая программа научных исследований, включающая свыше 30 конкретных направлений по следующим четырем разделам: работы с естественными носителями генетической информации; работы по изменению индивидуальных свойств носителей генетической информации; работы по передаче генетической информации другим биологическим объектам; создание технических средств и материалов, обеспечивающих выполнение указанных работ.

Следует отметить, что в Японии проявляется определенная озабоченность наличными объемами «генетических ресурсов». Считается, что они довольно невелики, причем количество многих ценных генетических материалов в связи с быстрым изменением окружающей среды уменьшается. Поэтому сохранение, и притом в значительных объемах, высококачественных образцов «генетических ресурсов» становится ключевой задачей, определяющей дальнейшие успехи биотехнологии, и в особенности геной инженерии. В частности, в 1984 г. НИИ природных ресурсов направил своему руководству в Управлении по науке и технике специальный доклад о мерах по охране биоорганизмов как «генетических ресурсов» [152, 1984, № 12, с. 10].

Технические средства современной биотехнологии сочетают в себе достижения целого ряда научных и инженерных дисциплин — высокоскоростные центрифуги, автоматические анализаторы, лазерный инструмент и др. В частности, японские специалисты создали ряд удачных конструкций для автоматической экстракции из ДНК основных составляющих, определяющих генетический код. Эта аппаратура, как ожидается, будет играть большую роль в проведении противораковых исследований [152, 1983, № 5, с. 19—21]. Инструментарий клеточной инженерии пополнился лазерной техникой введения в клетки генетической информации. С помощью луча лазера на оболочку

клетки наносятся сквозные отверстия, через которые далее в нее проникает экстракт ДНК. Система работает в комплексе с телевизионным монитором. С помощью «светового пера» на дисплее отмечаются места перфораций, так что в течение нескольких минут «операции» можно подвергнуть около 2 тыс. клеток [152, 1984, № 9, с. 41].

Современный этап развития биотехнологии еще не ознаменован особенно крупными достижениями, сравнимыми с теми, которые преподносит, например, электроника. На пути к достижению целей, которые стоят перед «науками о жизни», чрезвычайно много трудностей. Загадки живого микромира сложны, а на пути к их решению сделаны, по существу, лишь первые шаги. Но по данным опроса, проведенного в конце 1982 г. газетой «Нихон кэйдзай», биотехнология представляется наиболее перспективной областью промышленного развития. Расширение масштабов роста биотехнологического производства ожидается даже большим, чем автоматической производственной техники (включая промышленные роботы). Как полагают эксперты МВТП, объем рынка биотехнологической продукции в 2000 г. будет оцениваться в 4—6 трлн. иен [152, 1985, № 14, с. 15; 140, 28.12.1982, с. 11].

Разумеется, в эти цифры могут быть внесены значительные коррективы, зависящие от успехов научных исследований в области генной и клеточной инженерии, практической эффективности их результатов. Во всяком случае, «биотехнологический бум» в первой половине 80-х годов еще не наблюдался. Промышленность наибольшую активность проявляла в освоении производства новых материалов, средств автоматизации конторского труда, энергосберегающей техники, роботов и других видов автоматического оборудования. Впрочем, особенно «массового» переключения фирм на развитие биотехнологического производства, по-видимому, и не может быть: слишком специфическими в научно-техническом плане являются методы биотехнологии и генной инженерии. Основу их развития составляют не технические науки, достижениями которых пользуется подавляющее большинство фирм, а науки о живой природе, и притом наименее изученные их разделы.

Как полагают зарубежные наблюдатели, прогресс Японии в области биотехнологии с учетом ее реального научного потенциала в данной области будет связан с самым активным заимствованием результатов, полученных в других странах. При этом отмечается определенное отставание японских научных разработок, отсутствие у японских фирм «ключевых» патентов, использование которых открывало бы широкую дорогу для «коммерциализации» научных результатов [131, 1984, № 6686, с. 36—37]. Следует, однако, отметить, что основные проблемы «наук о жизни» будут решаться еще в достаточно отдаленной перспективе, и потому отмеченное отставание может быть компенсировано успехами на последующих этапах. Кроме того,

«науки о жизни» — чрезвычайно широкий комплекс, и Япония скорее всего проявит достаточно хорошо освоенную ею селективность выбора целей, сосредоточив на отдельных направлениях такие усилия, которые выведут ее на этих участках на позиции лидера и послужат базой для расширения производственной деятельности и в смежных областях.

Работы в области освоения Мирового океана и космоса

В наши дни все больше и больше возрастает актуальность работ по освоению Мирового океана: их успех помог бы существенно смягчить остроту продовольственной, энергетической и сырьевой проблем. По данным Японского совета по морским разработкам, определяющего научно-техническую политику в данной области, биологический потенциал Мирового океана может иметь исключительное значение как источник многих видов питания — его возможности только по воспроизводству рыбных запасов оцениваются в 200 млн. т в год (тогда как современный годовой отлов рыбы составляет около 70 млн. т, из которых на долю Японии приходится 10 млн. т). Не меньшего внимания заслуживают и минеральные ресурсы морского дна. Так, по нефти они составляют около 30% эксплуатирующихся земных и морских разработок, запасы марганца превышают находящиеся на суше в 67 раз, никеля — в 273 раза, кобальта — в 967 раз, меди — в 21 раз [152, 1982, № 4, с. 6—8].

Даже сама морская вода, в сущности, может рассматриваться как перспективный сырьевой источник. В частности, особой отраслью стало ее опреснение, все более активно ведутся исследования по добыче из нее различных солей и металлов. В Японии большой интерес проявляется к извлечению из морской воды брома, йода, калия, лития, магния, урана (которого растворено в ней около 4 млрд. т). Число публикаций и патентов по методам извлечения урана стало быстро возрастать с начала 80-х годов, причем в японских работах особое внимание уделяется адсорбционным свойствам титановой кислоты, являющейся самым распространенным адсорбентом при выделении урана, комбинированным адсорбентам на основе органических соединений, высокопористым веществам, биологическим адсорбентам. Последние, по мнению японских ученых, обеспечивают адсорбцию за счет осаждения химических элементов на клеточных мембранах. Объектами интенсивных исследований этого вида адсорбции стали такие вещества, как хитин, хитозин, пектин, фитин, а также содержащая их в больших количествах кожура мандарина, которая, таким образом, может неожиданно оказаться весьма полезным сырьем. Другим ценным компонентом для ядерной энергетики, который также содержится в мор-

ской воде, является дейтерий. Японские исследователи пришли к выводу о реальности создания установок для его извлечения с производительностью от 20 до 50 т в год при стоимости на 10% меньше, чем при использовании речной воды [107, 1981, № 3, с. 134—136].

Механическая энергия Мирового океана — это тоже важный и перспективный ресурс. Например, было подсчитано, что только морские волны вдоль основного побережья Японии, имеющего протяженность около 13 тыс. км, представляют собой источник энергии мощностью 1,4 млрд. кВт [152, 1982, № 4, с. 7].

Наконец, постоянно имеется в виду возможность хозяйственного и культурного освоения пространства, занятого водными массами, — постройка здесь центров отдыха, плавучих аэропортов, подводных нефтехранилищ и т. п.

Поскольку в Японии с морем в той или иной степени связано множество самых различных видов деятельности населения, все ведущиеся здесь работы по освоению Мирового океана распределены между целым рядом министерств. Проблемами освоения морских ресурсов занимаются различные подразделения министерства внешней торговли и промышленности, министерство сельского, лесного и рыбного хозяйства, министерство транспорта. Кроме этих трех ведущих министерств координацией всего комплекса работ занимаются также министерства иностранных дел, просвещения, труда, строительства, связи, здравоохранения. Представители всех названных министерств являются членами Комитета по содействию развитию морской науки и техники. В нем также участвуют четыре управления, в том числе национальной обороны.

Частный сектор также имеет свой координирующий орган: в рамках Федерации экономических организаций образована комиссия по океаническим ресурсам — ее активно поддерживают несколько десятков промышленных компаний и банков (в том числе «Исикавадзима — Харима дзюкогё», «Кавасаки дзюкогё», «Комацу», «Сумитомо дзюкогё», «Нихон дэнки», «Мицубиси дзюкогё» и др.).

Таким образом, в процесс освоения Мирового океана активно вовлечены, с одной стороны, средства государства, в первую очередь финансовые, а с другой — научно-производственный потенциал целого ряда фирм и промышленных отраслей, обеспечивающий все необходимые разработки и их техническую реализацию.

Годовые расходы на НИОКР, выделяемые государством на работы в области освоения Мирового океана, составлявшие в середине 70-х годов около 15 млрд. иен, вышли в начале 80-х годов на уровень 60 млрд. иен. Сопоставим, однако, государственные расходы на работы по освоению Мирового океана в Японии и других развитых капиталистических странах (млрд. иен) [11, 1980, с. 17, 1986, с. 35].

Год	США	Англия	Франция	ФРГ	Япония
1975/76	220,8	8,5	16,6	20,6	13,8
1976/77	259,0	5,8	16,6	...	16,7
1977/78	253,3	9,8	...	...	19,9
1978/79	219,8	...	...	...	30,8
1979/80	246,3	10,2	12,0	...	33,4
1980/81	271,4	16,3	14,5	...	45,4
1981/82	277,6	15,2	13,8	20,5	58,6
1982/83	306,9	12,6	15,4	22,0	60,5
1983/84	309,2	9,7	14,7	13,3	66,6
1984/85	319,9	...	...	15,5	62,3

Как видно из приведенных данных, на разработку рассматриваемой тематики Япония затрачивает существенно меньше средств, чем США. Так, за период с 1975 по 1981 г. была израсходована сумма, которая в США укладывалась в ежегодный бюджет исследований Мирового океана в середине 70-х годов. В 80-е годы расходы обеих стран, как и ряда других, ведущих такие же исследования, стабилизировались, определившись в размерах, обусловленных конкретным содержанием национальных программ: Япония занимает второе место после США, примерно вдвое меньше ее расходуют ФРГ, Франция и Англия, вместе взятые.

До трети указанных сумм обычно выделяется Управлением по науке и технике, по 20—25% приходится на МВТП и министерство транспорта и около 15% — на министерство сельского, лесного и рыбного хозяйства.

Определяя ориентиры долгосрочной политики в области исследования и освоения Мирового океана, Японский совет по морским разработкам сформировал в 1979 г. «базовую концепцию», в рамках которой было поставлено свыше 40 задач. Главные среди них — переход к постоянному использованию биологических ресурсов и их воспроизводству, разработка техники освоения энергетических и сырьевых ресурсов, а также обеспечения морской воды, проведение геологических, геодезических и метеорологических исследований. Было рекомендовано активизировать работы по созданию новых приборов и материалов, автоматизации средств дистанционного управления, проектированию подводных энергоустановок и т. д. Подчеркивалась необходимость участия в международных проектах и программах, развития организационных, юридических, финансовых рычагов управления освоением Мирового океана. В целом все эти задачи, как нетрудно видеть, преследуют одну цель — радикальное расширение работ в указанной сфере с непосредственным их выходом на практическое использование результатов.

Для того чтобы работы по исследованию Мирового океана не превратились в сумму слагаемых, представляющих интересы отдельных министерств и ведомств, а в процессе их выполнения формировалась стройная система знаний и практического опыта как постоянная основа для дальнейших работ, в 1971 г. был создан Научно-технический центр океанологии (Кайё кагаку

гидзюцу сэнта). Он разрабатывает программы для подготовки специалистов и дальнейшего повышения их квалификации, выполняет научно-информационные функции и в то же время ведет определенный цикл НИОКР прикладного характера, но со сроками практического освоения не в самое ближайшее время, а в перспективе. Значительная часть этих работ имеет конечной целью постановку в натурных условиях демонстрационного эксперимента, показывающего реальные возможности того или иного метода, оборудования и т. п. Работы ведутся на направлениях, важных с научной и технической точек зрения, наиболее близких интересам промышленных кругов или общегосударственным интересам. Бюджет центра почти полностью строится на правительственных источниках финансирования: в 1982 г. он составлял около 6 млрд. иен, т. е. примерно 10% всех средств, ассигнуемых в Японии на исследования Мирового океана.

Несмотря на небольшой объем НИОКР, научная деятельность центра представляет все же определенный интерес, поскольку актуальность преследуемых целей сочетается с их перспективным характером. Одна из них — это создание систем для работы человека под водой. В 1972—1975 гг. были реализованы проекты, в ходе которых ставились психологические и физиологические эксперименты, связанные с погружением человека на глубины от 30 до 100 м, изучались возможности предотвращения декомпрессионных заболеваний. В 1978 г. центром были завершены эксперименты, когда моделировалось погружение человека на глубину 300 м — наибольшую глубину, предусматриваемую в проектных разработках, а в 1981 г. — работы по созданию специальных декомпрессионных камер, как погружаемых, так и находящихся на борту судна.

Другой вид разработок ориентирован на энергетические проблемы. Это аппарат «Каймэй», обеспечивающий преобразование энергии волн в электрическую [152, 1982, № 4, с. 12]. В 1980 г. были успешно проведены эксперименты, в ходе которых суммарная мощность электрогенераторов достигла расчетного уровня — 1 тыс. кВт. (Этот эксперимент осуществлялся в соответствии с программой Международного энергетического агентства.)

К важнейшим разработкам центра относится создание усовершенствованных моделей обитаемого глубоководного аппарата «Синкай», представляющего собой исследовательскую лабораторию, и оборудования для судна сопровождения.

Первый вариант аппарата был построен еще в 60-е годы. Его характеристики обеспечивали погружение на глубину до 600 м, что позволило к 1977 г. завершить первый цикл исследований. В 1978 г. Управление по науке и технике начало финансирование разработок его следующей модификации — легкого подводного аппарата «Синкай-2000», массой 24 т, с глубиной погружения до 2000 м. В экипаж этого аппарата входят три человека — два оператора и один научный работник. На глубине

аппарат может нормально функционировать в течение трех часов, перемещаясь со скоростью до 5,5 км в час. Его погружение и подъем занимают по 1,5 часа. Люди размещаются внутри стальной сферы диаметром 2,2 м, являющейся одним из отсеков аппарата, общая длина которого составляет 9 м. Он снабжен универсальным манипулятором, телевизионной камерой, стереооборудованием и целым рядом приборов, включая заборники донного грунта (в том числе скального) и морской воды [152, 1982, № 1, с. 19—20, № 2, с. 32—33].

Во время работы аппарат отделяется от судна сопровождения. Его движение под водой и всплытие осуществляются автономно, посредством работы винтов, приводимых во вращение электродвигателями. Был проработан и вариант подъема аппарата с использованием спасательного буйа, выбрасываемого в случае серьезной аварии. После всплытия буй остается связанным с аппаратом тросом. После обнаружения буйа на поверхности воды, для чего он снабжен сигнальными устройствами, с судна по этому тросу опускается канат с захватным устройством, которое после достижения корпуса аппарата автоматически соединяется с ним, позволяя приступить к его аварийному подъему [104, 1981, № 3, с. 90—95].

Экспериментальные погружения аппарата, которые проводились совместно построившими его фирмами «Мицубиси дзюкогё» и «Кавасаки дзюкогё», продолжались с октября 1981 г. Рабочая программа исследования биоресурсов моря выполнялась в заливе Тояма. Было обследовано пять областей этого залива, в основном топография дна и характер фауны.

Следующий этап — исследования в заливе Суруга, направленные на изучение не только фауны, но и топографических и геологических особенностей дна, несущих важную информацию для сейсмологов. В 1984 г. исследования были распространены на целый ряд новых областей. Параллельно осуществлялись технические наблюдения для использования их результатов при разработке глубоководных аппаратов следующего поколения, с глубиной погружения до 6000 м, которая ведется с 1983 г.

Космические исследования не имеют какого-либо технического сродства с глубоководными исследованиями. Однако и Мировой океан, и космос — это те две «сферы обитания», которые человеку предстоит освоить и преобразовать, использовать для решения многих земных проблем. От успехов в этой деятельности зависят многие перспективы жизни на Земле, хотя и довольно отдаленные. Поэтому вполне правомерно, что работы и по освоению Мирового океана, и по освоению космоса нередко рассматривают, как некое обобщенное направление научно-технического прогресса.

Фронт космических исследований в Японии весьма ограничен. До самого последнего времени они носили «околоземный» характер; кроме того, стыковки космических аппаратов, использование пилотируемых кораблей и т. д. не планировались. Об-

щее число спутников Земли, запущенных Японией, довольно невелико — около тридцати, причем, если не учитывать несколько японских спутников, запущенных в США американскими ракетами, то их суммарная масса составит менее 5 т. Обращает на себя внимание то, что публикуемые время от времени планы космических исследований не только не опережаются, но и не выполняются.

Так, в начале 70-х годов Совет содействия освоению космоса при Кэйданрэн подготовил доклад «Контуры долгосрочной политики по освоению космоса». В докладе подчеркивалось большое влияние, которое оказывают космические исследования и разработки ракетно-космической техники на научно-техническое развитие страны, в частности ее наукоемких отраслей. Был подготовлен план разработки и запуска спутников и других космических аппаратов. В 70-е годы, например, предполагалось запустить 35 спутников Земли научного и практического назначения, среди них два — с подопытными животными на борту.

Другой вариант плана-прогноза, отражающего позицию Японской ассоциации ракетостроения, предполагал, что к 1982 г. Япония запустит 53 спутника и будет располагать ракетой-носителем для выведения на геостационарную орбиту полезной нагрузки массой 1—2 т. Были и другие планы, ориентированные на расширение масштабов космической деятельности; например, ставилась задача построить к 1984 г. мощную ракету-носитель для вывода на околоземную орбиту массы до 10 т [30, с. 39]. Сейчас, когда все указанные сроки миновали, а намеченное в этих планах оказалось недостижимым, можно, пожалуй, объяснить подобный исход тем, что японские специалисты недооценили технические трудности успешной реализации космических запусков. Ведь весь их практический опыт во время составления этих планов исчислялся запуском лишь четырех спутников массой от 24 до 75 кг.

Невысокий уровень японских космических разработок, по-видимому, в определенной мере обусловлен и уровнем «космического бюджета»: он в 10 раз меньше, чем в США, хотя другие развитые капиталистические страны по расходам на космические исследования Япония и опережает (млрд. иен) [11, 1980, с. 16, 1986, с. 34]:

Год	США	Англия	Франция	ФРГ	Япония
1975/76	896,9	31,0	66,8	61,5	77,0
1976/77	989,6	27,7	70,1	64,6	88,0
1977/78	958,8	26,3	67,0	61,9	94,9
1978/79	795,7	23,2	63,7	61,6	96,0
1979/80	922,0	24,5	85,2	76,8	99,5
1980/81	1097,2	32,0	102,3	83,2	102,0
1981/82	1135,6	35,0	106,2	69,0	105,0
1982/83	1434,8	35,3	114,2	77,6	108,5
1983/84	1560,4	29,6	111,0	73,1	113,4
1984/85	1635,7	29,0	129,5	63,8	113,0
1985/86	***	***	***	***	112,5

Из приведенных данных видно, что «космический бюджет» Японии на рубеже 70—80-х годов практически стабилизировался: в текущих ценах его прирост составлял 3—4%.

Ведущей организацией, выполняющей ту часть космической программы, которая имеет выход на решение прикладных задач, является Национальная корпорация по исследованию космоса (Утю кайкацу дзигёдан), подчиненная Управлению по науке и технике. Ее доля в «космическом бюджете» максимальна — около 75%. НИИ космоса и аэронавтики (Утю коку кэнкюдзё), который до апреля 1981 г. работал при Токийском университете, а затем был реорганизован в самостоятельный институт в сфере министерства образования, осуществляет разработки космической техники научно-исследовательского профиля, занимающие в «космическом бюджете» 10—13%.

Одним из важнейших направлений исследований, предусматриваемых в настоящее время японской космической программой, является запуск научно-исследовательских спутников (для изучения ионосферы, космических лучей, магнитного поля Земли, потоков частиц и т. д.). В качестве основных носителей используются трехступенчатая твердотопливная ракета «М-3S» и ее более поздняя модификация «М-3SII», с помощью которой в 1985 г. был выведен на гелиоцентрическую орбиту спутник «Суйсэй» массой 125 кг, с которого, в частности, производились наблюдения кометы Галлея. Это был первый японский космический аппарат, покинувший пределы тяготения Земли. При выводе спутников ракетами «М-3S» и «М-3SII» на низкие околоземные орбиты масса полезной нагрузки может достигать соответственно 290 и 670 кг.

Планируется также активное изучение «космической технологии» производства новых материалов. Речь идет в первую очередь о получении материалов сверхвысокой чистоты для использования в электронных приборах. Проблемы материаловедения — основные в программе, которую предусматривается осуществить на станции «Спейслэб», выводимой на орбиту на многоразовом космическом корабле «Шаттл» по контракту с американской НАСА. Из 62 экспериментов, которые планировалось провести на борту станции, 45 экспериментов относились к проблемам материаловедения.

Этим работам предшествует выполнение двух подготовительных исследовательских программ. Одна выполняется с 1980 г. с помощью двухступенчатых ракет-зондов «ТТ-500А». После достижения ракетой предельной высоты в условиях невесомости в электрической печи осуществляется плавка образцов. За период с 1980 по 1983 г. было проведено шесть подобных запусков. С помощью этих экспериментов отрабатывается методика, которая будет затем использоваться на космической станции «Спейслэб». Еще одна программа, также связанная с техникой получения материалов и веществ с новыми свойствами

ми, запланирована на период 1982/83—1987/88 г. Часть экспериментов будет выполняться в наземных условиях а часть — на борту самолета (во время его полета может кратковременно создаваться невесомость). В дальнейшем, когда будет разработана оптимальная методика экспериментов, их предполагается продолжить на борту космической станции «Спейслэб». К их проведению готовятся три японских космонавта-исследователя (в их числе одна женщина). В подготовке программы этого первого в Японии крупномасштабного эксперимента участвуют как научные институты и высшие учебные заведения, так и промышленность. Его осуществление возлагается на Национальную корпорацию по исследованию космоса [152, 1983, № 6, с. 33—36, 1986, № 19, с. 24—25].

Среди прикладных задач, решаемых в рамках японской космической программы на базе собственной спутниковой техники, следует в первую очередь назвать запуск спутников связи, ретрансляционных спутников системы телевидения (в том числе ведущих передачу непосредственно на домашние антенны), метеорологических спутников.

Любая ракетно-космическая система, как известно, насчитывает в своем составе большое число компонентов, причем каждый из них выполняет весьма сложные функции и должен быть доведен до чрезвычайно высокого уровня совершенства. Однако, как показывает практика, судьба этой системы зависит главным образом от успеха в создании двигателей, особенно для первой ступени ракеты; они должны развивать наибольшую тягу, исчисляемую сотнями тонн. Начав с разработки твердотопливных ракет и запустив с их помощью более 15 исследовательских спутников массой до 200 кг (в 1970—1986 гг.), Япония довольно энергично провела разработки двигателей и на жидком топливе — так называемых жидкостных ракетных двигателей, обеспечивающих наибольшую тяговую эффективность. С 1975 г. Япония располагает ракетами типа «N-I», а с 1981 г. — типа «N-II», у которых такие двигатели устанавливаются на первой и второй ступенях (твердотопливные двигатели применяются на третьей ступени и в качестве стартовых ускорителей). Ракета «N-II» оказалась более удачной конструкцией, с ее помощью стало возможным выводить на геостационарную орбиту метеорологические спутники и спутники связи массой до 350 кг. Для увеличения их массы в 1,5—2 раза была создана ракета «N-I», первая ступень которой была позаимствована у ракеты «N-II», а для второй — создан двигатель «LE-5» на жидком водороде и жидком кислороде. На третьей ступени был установлен более мощный твердотопливный двигатель.

Опыт, накапливаемый японскими учеными и инженерами в области ракетного двигателестроения, применяется при разработке последующих типов ракет. Так, с 1983 г. разрабатывается двухступенчатая ракета-носитель «N-II», с помощью которой

на геостационарную орбиту будут выводиться спутники массой 2 т.

Главное, над чем сейчас упорно работают японские специалисты,— это создание двигателя для первой ступени ракеты «Н-II». Этот двигатель, имеющий фирменное обозначение «LE-7», по своей схеме аналогичен маршевому двигателю американского космического корабля «Шаттл»⁶. На второй ступени ракеты будет установлен упомянутый выше двигатель «LE-5». (Кроме того, будут использоваться два мощных стартовых ускорителя с тягой по 160 т.) Таким образом, в Японии уже начаты и энергично ведутся работы над жидкостными ракетными двигателями, использующими весьма эффективные на сегодня топливные компоненты и схемы. Разумеется, на этом пути приходится решать много сложных проблем, таких, как надежность охлаждения двигателя, создание высоконапорного насоса для жидкого водорода, а также мощных турбин для подачи топлива, сложной схемы регулирования системы подачи топлива и др.

На середину 1987 г. намечены наземные испытания двигателя, в ходе которых будет отрабатываться его рабочий процесс и формироваться план различных доработок для перехода в 1992 г. к летным испытаниям. С этим двигателем в Японии связываются большие перспективы в плане освоения новых поколений технологии, необходимой для запуска космических аппаратов с человеком на борту, а также многоразовых космических транспортных систем [152, 1982, № 3, с. 7, 1984, № 11, с. 11, 1986, № 19, с. 7—13].

Следует отметить, что в последнее время в японской печати появляется все больше суждений о необходимости создания собственной системы типа американского «Шаттла». Интерес к такому аппарату диктуется в первую очередь тем, что стоимость вывода на орбиту каждого килограмма массы полезного груза снижается в десятки раз по сравнению с наиболее распространенным сейчас методом вывода спутников с помощью ракет.

Сейчас реальный научно-технический задел на этом направлении у Японии отсутствует. Пока что изучается опыт США, ведутся работы методического плана, формируются основы общей концепции. Однако перед некоторыми исследованиями ставятся конкретные дополнительные задачи, ориентированные на специфическую проблематику корабля многоразового использования.

Так, с 1985 г. под эгидой Управления по науке и технике работает специальная группа, в задачу которой входит комплексный анализ тех научно-технических проблем, которые необходимо решить при создании этого корабля. Установлены основные циклы предстоящих работ (многие из них должны будут проводиться параллельно). Среди них — работы в области управления полетом, разработка двигательной установки (жидкост-

ный ракетный двигатель многоразового включения, воздушно-реактивный двигатель и др.), проектирование конструкции летательного аппарата и технологии его изготовления, решение проблем короткого взлета и посадки (имея в виду, что этот космический «челнок» должен взлетать и садиться в горизонтальном положении, т. е. аналогично обычным самолетам), создание высокоэффективных материалов для тепловой защиты, разработка беспилотной системы испытаний аппарата и т. д. Согласно предварительным оценкам общего объема работ, к 1995 г. должны быть произведены испытания модели летательного аппарата, выводимой в космос ракетой и затем самостоятельно приземляющейся на аэродроме. В 2000 г. должны начаться запуски системы, аналогичной нынешнему американскому «Шаттлу», с 10-тонной полезной нагрузкой. На 2010 г. намечается начало полетов корабля, представляющего собой пилотируемый одноступенчатый аппарат с горизонтальным взлетом и посадкой, имеющий в составе силовой установки воздушно-реактивные двигатели [152, 1986, № 19, с. 28—29].

Нельзя не отметить, что подобные планы на сегодня еще не подкреплены какими-либо значительными достижениями Японии в космосе. Достаточно сказать, что более чем за 15 лет японских космических запусков и спустя уже четверть века, минувшую со времени полета человека в космос, в Японии не было произведено ни одного запуска космического аппарата с человеком на борту. Такие возможности откроются перед ней практически лишь в случае удачного завершения работ по ракете «Н-II», т. е. в 90-е годы. Начиная с этого времени японские ракеты, по-видимому, смогут использоваться для выведения на орбиту спутников практического назначения и для других стран, что ускорит накопление «космического опыта». Пока же дальние космические планы Японии носят «эскизный» характер, демонстрируя главным образом профессиональное внимание японских специалистов к перспективным направлениям космонавтики, но отнюдь не их готовность к решению упомянутых выше проблем.

Если учесть, что освоение космического пространства становится сферой крупномасштабной хозяйственной деятельности (передача информации, прогнозы погоды, разведка земных ресурсов, геодезические работы, осуществление технологических процессов), оно, несомненно, будет происходить в условиях конкурентной борьбы за получение заказов на запуски аппаратуры в космос. Эта конкурентная борьба будет весьма острой, причем Японии предстоит конкуренция не только с США, но и с Западноевропейским космическим агентством, бюджет которого вдвое выше, чем японский космический бюджет, а технический опыт уже имеет определенное мировое признание. Вместе с тем Япония уже достигла такого «ракетно-космического потенциала», с помощью которого она может самостоятельно обеспечи-

вать решение целого ряда научных и практических задач. Причем важно заметить, что одновременно резко повысился и военно-технический потенциал: еще в начале 70-х годов японские космические ракеты соответствовали по своим характеристикам американским «Поларис» и «Минитмен». Если к этому добавить возможность их серийного производства на высокоавтоматизированных предприятиях, то станет особенно ясно, сколь серьезного развития достигла в Японии техника и технология так называемого двойного применения.

Глава 3

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ЯПОНИИ

Разработка и производство электронной и информационно-вычислительной техники

Главные достижения научно-технического прогресса с полным основанием связываются в наши дни с успехами электроники — и как научной области, изучающей принципы действия и способы создания различных электронных приборов, и как отрасли техники, обеспечивающей их разработку, производство и применение. Электроника стала той материальной базой, которая обеспечила возможность включить в сферу активного контроля и управления практически все процессы человеческой деятельности, создать мощную вычислительную технику и почти неограниченные по своим возможностям средства связи, приступить к самому крупномасштабному за всю историю расширению сферы автоматизации производственных процессов.

Развитие электроники в Японии служит в настоящее время целям технического перевооружения ее хозяйственных отраслей, направленного на экономию трудозатрат, сокращение расхода энергии и сырья, освоение новых видов продукции, укрепление внешнеторговых позиций страны. Электронная промышленность — одна из самых динамичных отраслей японской промышленности, а стоимостный объем ее производства в 1985 г. достиг 17,84 трлн. иен. Из них 6,93 трлн. иен (38,8%) приходилось на промышленную электронную технику, к которой относятся ЭВМ, периферийные и терминальные устройства, средства для оперативной обработки цифровой и текстовой информации, аппаратура связи, измерительные приборы. На электронные компоненты и детали (резисторы, конденсаторы, светодиоды, трансформаторы, магнитные головки, транзисторы, интегральные схемы, электронно-лучевые трубки и др.) приходилось 5,98 трлн. иен (33,5%). Чрезвычайно крупной статьей производства отрасли является выпуск бытовой электронной техники — 4,93 трлн. иен. Хотя ее доля в общем объеме отгрузок отрасли снизилась с 37,9% в 1976 г. до 27,7% в 1985 г., тем не менее она сохраняет свое приоритетное значение. В США в 1985 г. на бытовую электронную технику приходилось лишь 3,35%, во Франции и Англии — немногим более 5,5, в ФРГ — 10,4% [16, с. 7, 22, 23].

Следует заметить, что общий объем американской электронной продукции значительно выше, чем в Японии (в 1985 г. — в 2,3 раза, а за период 1981—1985 гг. — в 2,5 раза). Это связано в первую очередь с тем, что в США намного больше, чем в Японии, выпускается промышленной электроники: в 1985 г., например, в 4,35 раза. Больше, чем в Японии, производится и электронных компонентов и деталей (в 1985 г. — в 1,6 раза).

Именно бытовая электронная техника обеспечивает Японии превосходство над США по величине экспорта электронной продукции. Что же касается электроники промышленного назначения, то США поставляют ее на внешние рынки гораздо больше, чем японские фирмы: в 1985 г. — в 2 раза, а в период 1981—1985 гг. — в 2,5 раза [16, с. 7, 9]. Это немаловажное обстоятельство, если учесть, что в результате производственный аппарат многих стран мира, являющийся потребителем промышленной электроники и находящийся на данном этапе в стадии перестройки, во все больших масштабах «привязывается» к американской технике и технологии, заставляя японских производителей приспосабливаться к этой ситуации.

Тем не менее недооценивать достижения японской электронной промышленности нельзя. Япония ведет острую и достаточно успешную в техническом плане конкурентную борьбу с американскими фирмами, причем эти успехи становятся все более заметными и в области промышленной электроники. Особенно хорошо это видно на примере новейших, прежде всего универсальных, ЭВМ, выпуск которых в Японии осуществляют фирмы «Фудзицу», «Нихон дэнки» и «Хитати».

Первое место по их производству принадлежит фирме «Фудзицу». Ее универсальные ЭВМ марки «FACOM» известны с 1954 г. В 1978 г. на рынок ЭВМ поступили компьютеры серии «FACOM M-200», имевшие быстродействие 12 млн. оп/с (операций в секунду), а в 1981 г. был создан «FACOM M-380» (серия «M-300») с производительностью около 30 млн. оп/с. В несколько раз более высокими характеристиками обладает модель «FACOM M-780» (ноябрь 1985 г.), что достигнуто за счет радикальных усовершенствований в архитектуре и элементной базе ЭВМ. «Фудзицу» успешно расширяет рынок сбыта своих компьютеров. И хотя ее доля продаж на мировом рынке ЭВМ лишь немногим больше 6% (у американской «ИБМ» — около 60%), она тем не менее по данному показателю занимает четвертое место в капиталистическом мире после «ИБМ» и американских фирм «Сперри» и «Бэрроуз», опережающих ее лишь на несколько десятых долей процента [124, 1986, № 4, с. 62].

«Нихон дэнки» уступает «Фудзицу» по доле рынка приблизительно в 1,5 раза, тем не менее она шестая в десятке крупнейших производителей ЭВМ. Ее большие универсальные ЭВМ модели «ACOS» постоянно конкурируют по быстродействию с компьютерами «ИБМ». «ACOS-1000» имела производительность

около 37 млн. оп/с. В марте 1985 г., спустя месяц после выпуска на рынок модели «3090» фирмы «ИБМ», появился близкий по производительности компьютер «ACOS-1500», одновременно велись разработки следующей модели — «ACOS-2000».

Фирма «Хитати» (девятое место в десятке) весьма популярна в Японии как производитель универсальных ЭВМ. С 1978 г. фирма выпускает компьютеры серии «М». В 1981 г. была создана ЭВМ «М-280Н» с быстродействием 45 млн. оп/с. К ней может подсоединяться большое число дистанционно удаленных терминалов. В 1985 г., сразу же вслед за моделью «3090» фирмы «ИБМ» и «ACOS-1500» компании «Нихон дэнки», на рынок вышли машины серии «НІТАС М-68Х» («М-680Н», «М-680D», «М-682Н», «М-683Н»).

Помимо трех упомянутых компаний универсальные ЭВМ в Японии производит и «Мицубиси дэнки», ориентируясь при этом на малые и средние компьютеры (серия «MELCOM EX»).

Универсальные ЭВМ образуют узловые звенья в технике, обеспечивающей процесс информатизации экономики и других сфер деятельности общества. Однако крупномасштабного эффекта этот процесс достигает лишь благодаря техническим средствам, находящимся в распоряжении самого широкого потребителя и приспособленным к специфике всех его уровней. На проблемы информационной инфраструктуры нацелена практическая деятельность как крупнейших, так и целого ряда других электронных фирм, причем многие из них сосредоточивают в этой сфере основную активность.

Самое серьезное внимание уделяется информационно-вычислительной технике для автоматизации конторского труда (автоматизации офисов), в первую очередь офис-компьютерам, начиная с малогабаритных и кончая большими. Последние все чаще используются в качестве головных ЭВМ в вычислительных системах, обслуживающих «автоматизированные рабочие места» [61, с. 163]. Среди производителей офис-компьютеров ведущую роль играют фирмы «Фудзицу» (компьютеры серии «FACOM K»), «Хитати» («L-30», «L-50», «L-70», «L-450X», «L-470X», «L-490X»), «Нихон дэнки» («NEC ASTRA VS»), «Оки дэнки» («OKITAC»). Параллельно создаются все новые модели факсимильного оборудования, процессоров слов, принтеров, других периферийных и терминальных устройств.

Большие усилия упомянутые электронные фирмы направляют на разработку новых моделей персональных компьютеров. Самая крупная доля этого рынка в Японии принадлежит фирме «Нихон дэнки». Ее 16-разрядные персональные ЭВМ «APC», «APC-III» и «APC-IV» производятся для зарубежных пользователей. «Фудзицу» выступает на рынках с компьютером серии «FACOM-9450». Его популярность обусловлена тем, что в нем применяется новая схема обработки информации, не требующая со стороны пользователя предварительного программирования на языках КОБОЛ или БЕЙСИК [128

1986, № 222, с. 45]. «Мицубиси дэнки» выпускает персональные компьютеры серии «РС-816» (16- и 32-разрядные), «Оки дэнки» — серии «IF 800» (16-разрядные).

Как известно, ЭВМ, именуемые «суперкомпьютерами», обладают сверхвысокой производительностью, специализированы на определенный тип задач, т. е. не универсальны, и, естественно, используются в весьма узких масштабах, как правило, научными учреждениями. Но, несмотря на ограниченный объем сбыта «суперкомпьютеров», крупнейшие электронные фирмы уделяют их разработке и производству большое внимание. Компании «Фудзицу», «Хитати» и «Нихон дэнки» полностью сосредоточили в своих руках производство «суперкомпьютеров» в Японии [128, 1986, № 222, с. 44—49].

Одна из последних моделей «суперкомпьютера» фирмы «Фудзицу», «FACOM VP-400», работает со скоростью 1,14 млрд. оп/с. («с плавающей запятой»), позволяя решать особо сложные задачи по моделированию систем и процессов, что обеспечивает ей широкие перспективы применения в научно-исследовательских институтах и лабораториях. «Суперкомпьютеры» фирмы «Фудзицу» типа «FACOM VP-100» и «FACOM VP-200» в 1984/85 г. начали использоваться в центре обработки данных Киотоского университета и Институте физики плазмы при Нагойском университете. Вместе с тем на модель «VP-100» стали поступать заказы и от промышленных компаний, что свидетельствует о тенденции к качественному расширению сферы применения сверхмощных вычислительных систем за счет продвижения их в промышленность (это, несомненно, значительно повысит производственный потенциал промышленных компаний). Одновременно активизируется и деятельность фирм, выпускающих такие компьютеры, их производство начинает удешевляться. На «Фудзицу» разработан первый в мире «суперкомпьютер» общего назначения серии «FACOM VP-50» для обработки скалярных и векторных величин. Он весьма экономичен и довольно легко может быть смонтирован почти у любого потребителя.

Фирма «Хитати» выступает на рынке «суперкомпьютеров» с моделью «S-810», имеющей несколько модификаций. При обработке векторных величин быстродействие составляет 0,63 млрд. оп/с. «Нихон дэнки» выпускает «суперкомпьютеры» моделей «SX-1» и «SX-2», последний работает со скоростью 1,3 млрд. оп/с.

Среди постоянных целей проектировщиков электронной техники в первую очередь следует назвать повышение ее компактности, уменьшение потребления энергии, увеличение надежности. Так, быстро освоенная в Японии «электронная литография» (когда на поверхности кристалла сфокусированный электронный луч создает в соответствии с проектом предварительную сетку или рисунок будущей электронной схемы) стала мощным средством миниатюризации и повышения степени интеграции

при производстве интегральных схем. Одним из непосредственных результатов является постоянное увеличение объема памяти на одном кристалле [88, 1980, № 4, с. 22—26].

В области интегральных схем японские фирмы добиваются особенно быстрого совершенствования производства и соответственно конечной продукции. В конце 70-х годов японская электронная промышленность завершила разработки больших интегральных схем (БИС) для использования в качестве динамических запоминающих устройств с произвольной выборкой (ДЗУПВ) емкостью 64 Кбит. Степень интеграции составила при этом несколько сотен тысяч элементов на кристалл, что было крупным шагом в создании сверхбольших интегральных схем (СБИС). Начало 80-х годов стало периодом массового производства таких схем, а в 1986 г. на рынок начали поступать схемы, в которых реализована память 1000 Кбит (1 Мбит), степень интеграции у них характеризуется величиной 2,4 млн. элементов на кристалл.

Однако компания «Тосиба» действует в другом направлении: не увеличивая конечного объема памяти, она стремится усовершенствовать схему, сделать ее более удобной, надежной, помехоустойчивой. Усилия, сосредоточенные на схемотехническом уровне, преследуют цель создания «статической»¹ (а не «динамической») памяти емкостью 256 Кбит. Однако в этом случае приходится в 4—6 раз увеличить степень интеграции — до 1,6 млн. элементов на кристалл, а ширина линии составляет 1 мкм.

В ближайших планах японских фирм разработка интегральных схем от 4 до 100 Мбит, для чего потребуются добиться уменьшения ширины линий до четверти микрона. Для этого необходимо использовать такую технологическую аппаратуру, как ускорители частиц — синхротроны, способные обеспечить процесс «электронной литографии» с высококонцентрированными пучками электронов [152, 1984, № 10, с. 39—40].

В последнее время в Японии возрос интерес к разновидности БИС, создаваемых совместно разработчиком и пользователем, — так называемым полужаказным и заказным схемам. Продолжительность изготовления при этом сокращается в 20 раз и более. Роль пользователя в процессе изготовления БИС меняется в широких пределах — от участия в проектировании до программирования схемы.

На примере выхода на рынок упоминавшейся интегральной схемы с динамической памятью объемом 256 Кбит и произвольной выборкой можно увидеть некоторые специфические особенности нынешнего этапа коммерциализации технических новинок. В начале 1984 г. среднемесячный выпуск указанных СБИС составлял от 100 тыс. до 200 тыс. шт. Однако уже на вторую половину года было запланировано резко увеличить объем их производства: «Фудзицу» — до 400 тыс. шт., «Нихон дэнки» — до 700 тыс., «Тосиба» — до 1 млн. шт.

Такой массовый выпуск этих СБИС мог быть достигнут и раньше. Однако начало их производства совпало с пиком продаж интегральной схемы предшествующей разработки — на 64 Кбит. Так, «Нихон дэнки» и «Хитати» обеспечивали ее выпуск ежемесячным «тиражом» 6—7 млн. шт. (при цене около 600 иен за схему). Выход на рынок с новой моделью СБИС (на 256 Кбит) привел бы к резкому падению цен на предшествующую модель, что сказалось бы на прибылях. Однако, производя «старые» СБИС, японские фирмы энергично готовились к переходу на выпуск «новых», укрепляя техническую базу их производства. Поэтому цена последних оказалась вполне приемлемой для рынка — 6 тыс. иен в конце 1983 г. и 4 тыс. иен в сентябре 1984 г. Условия для их сбыта были тем более благоприятны, что огромный интерес к ним проявили фирмы — изготовители персональных компьютеров и универсальных ЭВМ [140, 1984, № 1107, с. 11; 134, 1985, № 2, с. 30].

Одним из важнейших направлений развития электронной техники в Японии является стремление сосредоточить на одном кристалле как можно больше функциональных элементов². Создаются микро-ЭВМ, у которых на одном кристалле размещается по несколько блоков, и даже микро-ЭВМ на одном кристалле.

Современная технология изготовления БИС и СБИС усложняется необходимостью осуществлять производство в особо чистых, стерильных условиях. В атмосфере, как известно, всегда присутствуют различные частицы, и при хорошем освещении их нетрудно различить даже невооруженным глазом. Требуется же, чтобы в производственной атмосфере количество частиц даже микронных размеров не превышало жестких лимитов³. В связи с достижением чрезвычайно высокой степени интеграции размеры рисунка микросхем (ширина линий и расстояния между ними) стали столь малыми, что их «перекрывают» частицы размером 0,5 мкм, а в ближайшей перспективе дефекты будут вызываться даже частицами размером до 0,1 мкм. Поэтому к середине 80-х годов потребовалось пересмотреть стандарты, определяющие нормы чистоты производственной атмосферы, перейти к применению новых типов счетчиков частиц, фильтров и др.

Источниками частиц, загрязняющих пластины кристаллов СБИС, в первую очередь являются человек (микрочастицы кожи и др.), а также поверхности помещений, в которых производятся работы (частицы облицовочных материалов и т. п.).

Для очистки воздуха в Японии применяются различные типы фильтров, среди них фильтры, обеспечивающие захват 99,99% частиц размером 0,1 мкм. На практике достижение «абсолютной» чистоты не преследуется — задача заключается в том, чтобы не выйти за пределы норм, устанавливающих допустимое число частиц в единице объема воздуха, тем самым обеспечив достаточно малую вероятность попадания частиц на элементы СБИС. Поэтому в процессе изготовления СБИС требуется про-

изводить регулярные и весьма точные измерения параметров среды, где осуществляются производственные операции.

В Японии для этой цели предлагается применять оборудование, с помощью которого можно мгновенно измерить концентрацию пыли вблизи кристалла в любой момент времени. Достоинство такой системы заключается в том, что она служит средством диагностики производственного процесса и, следовательно, позволяет управлять качеством продукции.

Одним из важнейших путей решения «проблемы микро-частиц» является автоматизация производства, позволяющая устранить основной источник микрочастиц — человека — и заключить производственный процесс внутри герметичных, а тем самым и особо чистых камер. Однако и в Японии, и в других странах считается, что в ближайшей перспективе выйти на необходимый для этого уровень автоматизации выпуска СБИС не удастся, поэтому крайне важную роль играет надлежащее обучение персонала и строгое соблюдение им правил по обеспечению защиты и контроля сверхчистой среды [89, 1983, № 8, с. 51—56].

Быстрый прогресс в сфере автоматизации производственных процессов, а также энергосберегающей техники предъявляет большие требования к измерительным системам, технике измерения, преобразования и передачи значений замеренных параметров на приборы-указатели или непосредственно к следящей и регулирующей аппаратуре. Благодаря успехам микроэлектроники осуществляется сверхминиатюризация датчиков, устройств обработки информации, исполнительных механизмов. Новые качества придает приборам использование волоконных световодов. Так, фирма «Нихон дэнки» разработала оптические фидеры (проводящие линии), работающие в комплекте с гелиево-неоновыми лазерными излучателями. Они нашли применение в целом ряде устройств, например в оптических измерителях линейных размеров. С их помощью можно измерять размеры деталей после механической обработки, определять взаимное положение деталей и инструмента, осуществлять непрерывные и дискретные измерения в ходе автоматических производственных процессов. Главным достоинством при этом является возможность производить бесконтактные измерения (что весьма актуально при изготовлении оптических поверхностей), и притом с высокой точностью (до нескольких микрон) и быстродействием (поскольку используются не механические, а электронные и оптические компоненты). Датчиками служат оптические фотодиоды, а с помощью светодиодов реализуется цифровая индикация результатов измерений.

Одной из весьма интересных разработок являются лазерные гироскопы, опытные образцы которых созданы специалистами фирмы «Нихон дэнки» по заказам авиастроительной промышленности. Разработано также несколько типов акустических датчиков с использованием волоконных световодов. Они имеют пер-

спективы распространения в телеметрических системах электро- станций, химических предприятий и др. В этих датчиках ультразвуковые колебания преобразуются в оптические, которые и служат носителями информации. Такие системы обладают почти идеальной помехоустойчивостью и взрывобезопасны из-за отсутствия электрических линий.

В настоящее время в полупроводниковой электронной технике можно выделить три самостоятельных, но органически сливающихся направления: микроэлектроника, оптоэлектроника и силовая электроника. Микроэлектроника занимает, безусловно, ведущие позиции, служит принципиальной основой для развития других направлений. Успехи оптоэлектроники особенно заметны в создании светодиодов, полупроводниковых лазеров, оптических интегральных схем. Силовая электроника (тиристоры др.) вносит все более весомый вклад в средства управления и регулирования энергетической аппаратуры.

Одним из серьезных достижений оптоэлектроники в Японии является успешная разработка «синих» светодиодов, т. е. преобразователей электрического тока в световое излучение синего цвета. Как известно, для получения разнообразных цветов видимого спектра достаточно трех основных цветов — красного, зеленого и синего. Так как светодиоды красного и зеленого излучения были созданы еще раньше, теперь становится возможным приступить к созданию цветных телевизоров (и цветных дисплеев) без электронно-лучевых трубок. Весьма серьезные разработки, проведенные фирмой «Санъё дэнки», позволили не только решить проблему создания «синих» светодиодов в принципе, но и сделать их практически применимыми в электронных приборах широкого использования. В частности, удалось добиться, чтобы эти светодиоды работали при той же величине напряжения, что и «красные» и «зеленые» светодиоды (порядка трех вольт). С этой целью на фирме отказались от нитрида галлия как полупроводникового материала и сосредоточили внимание на решении технологических проблем использования более перспективного для этих целей материала — карбида кремния. По выражению начальника главного технического управления фирмы, «на это были брошены все силы», результатом чего явилось создание вполне приемлемой технологии. Затем стало возможным создать полноцветный светодиод, состоящий из двух светодиодов — «синего» и совмещенного в одном светодиоде «красного» и «зеленого». Правда, еще осталась проблема повышения яркости синего излучения, но принципиальных препятствий к ее решению нет. Поэтому, по мнению специалистов фирмы «Санъё дэнки», можно говорить о том, что плоский цветной телевизор на светодиодах может появиться уже к концу 80-х годов [88, 1982, № 1, с. 4—8].

Важным направлением оптоэлектроники, привлекающим большое внимание японских специалистов, является применение в электронных устройствах лазерного излучения. Разраба-

тыаемые оптические интегральные схемы подразделяются на две группы — гибридные оптические, которые представляют собой объединение как оптических, так и электронных элементов, и собственно оптические. Последние еще находятся на начальном этапе своего развития, принципы, лежащие в основе их работы, составляют предмет фундаментальных исследований [110, 1981, № 207, с. 58—60].

Прогресс электронных приборов, как известно, определяется использованием новейших физических эффектов, в результате чего становится возможным реализовать новые принципы действия компонентов, необычные формы «классических» явлений (например, сверхпроводимость или аморфные сплавы), «экстремальные» режимы работы (например, вблизи абсолютного нуля температур), а также расширить спектр применяемых материалов, как правило нетрадиционных.

Даже компоненты, работающие на уже устоявшихся принципах (трансформаторы, реле, преобразователи тока, головки магнитной записи и т. п.), в последние годы стали намного более эффективными. Потери в их сердечниках снижены в несколько раз за счет того, что стало возможным в качестве материалов использовать так называемые аморфные металлические сплавы. Последние получают из расплавленного состояния при сверхбыстром затвердевании (охлаждение на 1000° должно быть осуществлено за миллионные доли секунды). В результате кристаллическая структура не успевает сформироваться, и материал приобретает чрезвычайно высокие механические и антикоррозионные, исключительные магнитные свойства. Становится возможным резко уменьшить размеры электромагнитных компонентов и снизить потери в них. Подсчитано, например, что если бы все распределительные трансформаторные установки в США имели сердечники из таких сплавов, то годовая экономия электроэнергии составила бы свыше 20 млрд. кВт·ч. Примерно такого же порядка экономии можно было бы получить путем применения аморфных сплавов в электродвигателях мощностью до 90 кВт. Однако если в США эти сплавы предполагается использовать преимущественно в энергетике, то в Японии — в компонентах электронной техники (в малогабаритных электродвигателях для электроакустической аппаратуры). Следует отметить, что лидерство в разработке аморфных сплавов, технологии их выпуска и приемов изготовления из них различных деталей принадлежит не японцам, а американской фирме «Эллайд», лицензиатом которой является японская компания «Нихон хисёсицу киндзоку», образованная в 1981 г. при поддержке объединения «Мицуи» [106, 1982, № 6, с. 14—22].

Электронная техника, как уже отмечалось, рассматривается в Японии как ускоритель развития практически всех отраслей экономики, основа прогрессивных технических преобразований производства и инфраструктуры. В Японии систематически проводятся различного рода методологические совещания, дискус-

сии, обследования, в которых участвуют видные специалисты, оценивающие перспективы научно-технического и экономического развития электронных отраслей, комплексно анализирующие проблемы распространения прогрессивной техники с учетом специфики потребителей. Подобного рода аналитические и прогностические мероприятия ориентируют специалистов в новейших тенденциях научно-технического прогресса, организационно-технических вопросах, улучшают взаимопонимание между изготовителями и потребителями электронной техники.

В качестве образца такой деятельности может быть упомянут один из докладов, подготовленных Управлением по науке и технике. Являясь итогом двухлетней работы группы японских ученых и инженеров, он определяет как перспективы развития электронной техники в Японии, так и условия обеспечения эффективности этого развития [90, 1982, № 5, с. 13—22]. Основное внимание было уделено электронике, применяемой на наиболее наукоемких направлениях: в аппаратуре термоядерного синтеза, космической, авиационной и глубоководной технике, медицинском оборудовании, информационных системах, специальных установках для проведения исследований.

В первую очередь в докладе подчеркивается, что, несмотря на значительный прогресс электроники в Японии, она еще во многих отношениях отстает от мировых стандартов, особенно если речь идет об электронике для наиболее перспективных отраслей науки и техники. Однако именно наиболее высокоразвитые виды электронных приборов и устройств остро необходимы для решения проблемы термоядерного синтеза, создания высокоэффективной медицинской аппаратуры, освоения космоса и Мирового океана, решения других принципиальных проблем развития в современном мире.

В этой связи, по мнению японских специалистов, необходимо усилить внимание не только к отдельным, самым перспективным видам электронной техники, но и к повышению уровня всей электроники в целом. В качестве весьма серьезной трудности, которая предвидится на этом пути, называется непрерывное ужесточение условий приобретения и использования Японией зарубежных лицензий и отдельных видов техники, поскольку США и страны Западной Европы стремятся таким способом усилить свои позиции в конкурентной борьбе с Японией. Подчеркивается, что собственная разработка передовой электронной техники становится для Японии исключительно важной задачей, поскольку ее экономическое благополучие непосредственно связано с экспортом промышленных товаров. Между тем последние либо сами содержат значительные количества электронных компонентов, либо производятся на насыщенном ими оборудовании. А это ведет к необходимости считаться с многочисленными ограничениями, которые накладывают зарубежные фирмы-патентовладельцы на объемы выпуска товаров и географию торговли ими.

Существенно, однако, что значительная часть самой передовой электронной техники, и притом весьма разнообразной по номенклатуре, имеет узкую сферу применения, а потому требуется в довольно ограниченных масштабах. Между тем ее создание обходится весьма дорого, отвлекает значительные ресурсы, особенно интеллектуальные. Импорт же этой техники является сложным делом, поскольку зарубежные фирмы заинтересованы, как правило, в продаже не отдельных компонентов, а дорогостоящих систем. Кроме того, как особо подчеркивается в докладе, использование отдельных компонентов зарубежного производства влечет за собой серьезную проблему их совместимости с японскими изделиями, требует заблаговременного согласования технических условий еще на этапе проектирования, что далеко не всегда возможно.

Касаясь вопросов конструирования современных приборов для космической техники, авторы доклада отмечают, что успехи здесь в значительной мере определяются успехами в создании радиотехнических изделий авиационного назначения. Но японский опыт, накопленный в этой области, весьма невелик. Его недостаточно не только для космических целей, но и для авиационного применения, поскольку требования к современной авиационной электронике чрезвычайно высоки. Она должна гарантировать безопасность полетов в условиях уплотненного графика движения, и притом в любую погоду, обеспечивать взаимодействие с системами спутниковой навигации, осуществлять автоматический заход на посадку, контролировать бортовые системы и приборы и т. д. Имея определенные достижения в области электронной авиационной техники наземного использования, Япония еще заметно отстает в создании электроники для бортового применения, что связано, в частности, с отставанием в технологии ее производства. Основной вывод относительно путей преодоления отставания в принципе прост: необходимо обеспечить соответствующие разработки надлежащим числом специалистов и значительно увеличить объем финансирования, притом не на короткий период, а на всю дальнейшую перспективу. Однако осуществить эти меры довольно сложно, так как это потребует крупной перестройки структуры НИОКР.

Одним из важных потребителей электронной аппаратуры является техника для освоения Мирового океана. Так, уже давно и весьма широко используются приборы для пеленгации скоплений рыбы и управления подводными аппаратами, глубиномеры, датчики параметров волнения моря, подводное телевидение, ультразвуковые и лазерные системы связи и др. Уровень этих электронных приборов в Японии, по оценкам японских специалистов, соответствует мировому, а в области пеленгации рыбных скоплений даже опережает его. В то же время заметным является отставание японской техники для подводной связи; в сложных условиях развивается в Японии и техника для наблюдения за параметрами океана из космоса

и с самолетов, а также наземной регистрации и обработки такой информации. Здесь в первую очередь сказывается отсутствие широкого спроса на подобную технику, а тем самым и отсутствие стимулов к ее разработке и производству. В результате японские специалисты по электронной технике в известной степени утрачивают интерес к созданию приборов для океано-логических исследований.

Что касается медицины, то фронт развития используемой в ней электронной аппаратуры в настоящее время чрезвычайно расширился. Помимо приборов для обработки медицинской информации и средств оперативного доступа к ней созданы многочисленные приборы для измерения биологических параметров, обеспечения быстрой и точной диагностики, коррекции и стимулирования процессов жизнедеятельности. Большой прогресс, базирующийся на применении электроники, наблюдается в области создания искусственных органов и систем управления ими. Значительное развитие приобретают электронно-вычислительные системы для моделирования тех или иных биологических процессов — как на уровне гена, так и в организме в целом. На всех этих направлениях в Японии ведутся активные работы, и имеющиеся здесь достижения в основном соответствуют мировому уровню. Однако, как отмечают японские специалисты, эти работы носят в Японии слишком общий и разрозненный характер, внедрение электронной техники в медицину происходит преимущественно под влиянием потребностей текущего момента, без учета дальней перспективы. Кроме того, ощущается недостаток кадров, сочетающих специальную техническую и медицинскую подготовку, что препятствует как созданию медицинской электронной техники, так и ее внедрению в практику.

К числу наиболее актуальных относятся в настоящее время и работы по исследованию и использованию явлений, возникающих в экстремальных условиях. Это в первую очередь процессы, которые возможны лишь при сверхвысоких или сверхнизких температурах, в особо глубоком вакууме или при сверхвысоких давлениях, в невесомости, в сверхсильных магнитных полях, а также процессы, происходящие в сверхкороткие промежутки времени и в сверхмалых объемах пространства. Круг конкретных явлений, относящихся к «экстремальным», чрезвычайно широк — начиная от уже используемой на практике сверхпроводимости при сверхнизких температурах и кончая термоядерным синтезом. Разработка техники для исследования этих явлений и практического применения найденных эффектов самым непосредственным образом опирается на прогресс в электронике, который, в свою очередь, тесно связан с успехами в области изучения «экстремальных» явлений, так как именно здесь обнаруживаются многие новые физические эффекты. Работы в области «экстремальных» явлений ведутся в Японии по относительно ограниченному фронту, что обусловлено недостатком специалистов, а также материальных средств.

Большое значение электронная техника имеет для фундаментальных исследований — как с точки зрения обеспечения исследователей средствами быстрых и точных расчетов, моделирования процессов и явлений, так и в плане оснащения экспериментальных установок современными средствами наблюдения и управления быстропротекающими процессами. Создание подобных установок базируется на использовании современных достижений электроники, начиная от многочисленных высокофункциональных датчиков и приборов и кончая сверхпроводящими электромагнитами и современными ЭВМ, в том числе и супер-ЭВМ.

И хотя, как отмечается, уровень японской электронной техники для фундаментальных исследований достаточно высок, ограниченный характер спроса все же не стимулирует ее развития. В качестве своего рода «специального» стимула рекомендуется учитывать, что от прогресса такой техники зависят успехи всех других видов электроники, включая и электронику для массового пользователя.

Как видно из рассмотренного доклада, японские специалисты считают, что дальнейший прогресс электроники в стране должен идти по пути в первую очередь значительной активизации фундаментальных исследований, являющихся ключевым звеном переориентации электронной промышленности на создание принципиально иных по сравнению с выпускавшимися ранее видов продукции. Привлекая внимание к таким проблемам развития электроники, которые в Японии еще не решены, ее научные и промышленные круги осуществляют тем самым подготовку к вступлению страны в новый, более зрелый этап научно-технического развития, уровень которого определяется прежде всего масштабами применения новейших видов электронной техники и технологии, в особенности основанных на новых физических принципах.

Процессы информатизации в жизни японского общества

Для наших дней характерен лавинообразный рост объемов самой различной информации: социально-политической, производственной, научной, бытовой. Вместе с тем довольно многие связанные с «информационным взрывом» проблемы успешно преодолеваются. Так, поиск нужных сведений в необъятном океане информации, обработка огромных ее массивов, а при необходимости хранение в компактных запоминающих устройствах или передача соответствующим адресатам успешно осуществляются с помощью электронно-вычислительной техники и высокоразвитых систем связи. К числу стран, где эффективное управление информационными потоками было возведено в своего рода ранг общенациональной цели, относится и совре-

мённая Япония: здесь еще в конце 60-х годов была выдвинута концепция построения в стране к 2000 г. «общества информации» [43, с. 94—95].

Авторы концепции в своих рекомендациях правительству отмечали, что жизнь настоятельно требует создания и освоения новых способов управления практически всеми процессами жизни общества, и в первую очередь информационными. Только это, по их мнению, могло бы обеспечить эффективность дальнейшего расширения производства, экономии всех видов ресурсов, увеличение объема различных общественных услуг. В качестве основы информатизации общества рассматривалось широкое внедрение электронно-вычислительной техники, главные свойства которой — сверхвысокое быстродействие, наличие мощных запоминающих и поисковых устройств, а также ее способность к объединению в системы и сети самых разнообразных конфигураций — принципиально соответствуют самой природе информационных явлений.

Последующие годы показали, что процессы информатизации на основе электронно-вычислительной техники приобрели действительно исключительный по своим масштабам характер. Как отмечал акад. В. М. Глушков, во всех развитых странах темпы увеличения числа ЭВМ, автоматизированных систем управления, оконечных устройств ввода-вывода информации, а особенно суммарной производительности ЭВМ и объемов накопленной в них информации резко опережают темпы роста всех других показателей, характеризующих экономику и научно-технический прогресс [25, с. 537].

Таким образом, появление планов построения в Японии «общества информации» являлось, по существу, отражением общемировых, глобальных тенденций, свидетельствуя в то же время о стремлении японских деловых кругов к укреплению тем самым экономических и политических позиций страны на мировой арене, тем более что Япония в 60-е годы заметно отставала от целого ряда стран как в смысле обеспеченности электронно-вычислительной техникой и средствами связи, так и по развитию областей их применения. «Коэффициент информатизации», вычисленный на основе абсолютных значений этих факторов, в 1965 г. был для Японии весьма невелик, составляя от уровня США лишь 40%, Англии — 83, Франции — 88 и ФРГ — 94%. Лишь в 1975 г. Япония превзошла по величине этого коэффициента названные западноевропейские страны (Англию — в 1,3 раза, а ФРГ и Францию — примерно в 1,2 раза). Причем в удельном исчислении, например относительно размеров ВВП, отставание от отдельных стран Западной Европы все еще сохранялось (особенно от Англии и Франции), что, естественно, свидетельствовало о более низкой интенсивности процессов информатизации.

Однако в 70-е годы развитие указанных процессов в Японии шло довольно быстро и эффективно, причем большое внима-

ние уделялось тому, чтобы не только специалисты, но и все население осознало необходимость овладения информационной техникой. Об этом, в частности, позволяют судить результаты анкетных опросов. Так, если в начале 1976 г. необходимость компьютеризации современного общества признали только 46% ответивших (причем довольно высока была доля отрицательных ответов — 27%), то пять лет спустя, в феврале 1981 г., ситуация сильно изменилась: положительные ответы составили уже 86%, а отрицательные — только 7%, причем три четверти опрошенных японцев считали современное общество «обществом информатизации» (дзёхока сякай). Таким образом, в массовом сознании японского населения были достигнуты большие сдвиги, его неплохо подготовили к решению проблемы «информационного взрыва», добившись понимания абсолютной необходимости овладения современной информационно-вычислительной техникой — как на производстве, так и в быту [12, 1984, с. 2—5].

Характеризуя происходящие в Японии процессы распространения информационной техники, следует в первую очередь отметить, что на 80-е годы приходится быстрое возрастание парка как самих ЭВМ, так и техники, непосредственно использующей в своем рабочем процессе ЭВМ различных классов (универсальные, мини-, микро-ЭВМ). В частности, по сравнению с 1970 г. парк универсальных ЭВМ на промышленных предприятиях должен расшириться к 1990 г. более чем в 30 раз. Примерно в 40 раз увеличатся поставки для промышленности как мини-ЭВМ, так и ЭВМ для непосредственного управления производственным оборудованием. Общий объем продаж продукции отраслей, выпускающих информационно-вычислительную технику промышленного назначения, возрастет примерно в 50 раз. Разумеется, столь высокие цифры прироста отражают не только темпы увеличения производства соответствующих видов техники, но и относительно низкий уровень 1970 г. Для 80-х годов прирост будет приблизительно на порядок меньше. Однако с учетом того, что на начало 80-х годов производство и использование различных видов информационно-вычислительной техники в Японии было уже достаточно высокоразвито, повышение достигнутого уровня в несколько раз в течение одного десятилетия явится серьезным шагом вперед [12, 1984, с. 6].

Непроизводственная сфера и быт в течение 80-х годов также будут все более насыщаться информационной техникой. Число универсальных ЭВМ здесь к 1990 г., как ожидается, возрастет по сравнению с 1970 г. в 10 раз, производство мини-ЭВМ — в 20 раз, среди бытовых товаров длительного пользования доля оснащенных микро-ЭВМ увеличится более чем в 30 раз. Рекордным, пожалуй, можно назвать возрастание числа чековых карточек для безналичных расчетов с помощью ЭВМ — в 80 раз. Этот новый вид финансовых операций стал быстро развиваться еще в первой половине 70-х годов. Число таких

Структура японского парка универсальных ЭВМ
(по состоянию на март 1983 г.) *

Класс ЭВМ	Номинальная стоимость, млн. иен	Количество, шт.	Доля в общем парке, %	Доля в общей стоимости, %
Большие	свыше 500	2 076	1,62	43,1
	250—500	1 771	1,38	12,3
Средние	100—250	4 413	3,44	13,5
	40—100	8 195	6,38	9,9
Малые	10—40	33 949	30,33	13,2
Сверхмалые	До 10	73 006	56,85	8,0
Всего	—	128 410	100,00	100,00

* [10, 1984, с. 292].

карточек за этот период возросло в 10 раз и более чем удвоилось за последующие пять лет.

Особое внимание обращает на себя ожидающийся рост числа универсальных ЭВМ, несмотря на то что их парк уже достиг весьма больших размеров: по данным на март 1985 г. — 184 678 шт. общей стоимостью 6,69 трлн. иен [16, с. 49]. Конечно, необходимо иметь в виду, что сюда входят ЭВМ, сильно различающиеся по своим техническим данным и по стоимости. Например, по данным на 1983 г., свыше половины общей стоимости приходится на большие ЭВМ, насчитывающие лишь 3% общего парка универсальных машин. Больше же половины парка универсальных ЭВМ составляют сверхмалые ЭВМ, однако их доля в его стоимости достигает только 8% (табл. 9).

То обстоятельство, что подавляющее большинство японского парка универсальных ЭВМ составляют малые и сверхмалые машины, ни в коем случае не должно дезориентировать в отношении интенсивности процесса «информатизации», поскольку в его развитии для ЭВМ всех классов определена своя роль. Многообразие информационных процессов и систем обработки информации требует, чтобы производительность и память машин строго соответствовали сложности задач, решаемых на уровне конкретного потребителя. Поэтому вполне естественно, что более крупные ЭВМ обслуживают центральные, узловые звенья информационных систем, а в сфере массового пользователя основной интерес сосредоточен на ЭВМ с менее высокими характеристиками, но зато в десятки раз более дешевых. Нужно отметить, что универсальные ЭВМ, как правило, выпускаются в нескольких модификациях — с разной производительностью и соответственно разной стоимостью. Хотя прогресс в области ЭВМ обычно оценивается их быстродействием, реальные успехи процесса информатизации в не меньшей степени определяются его масштабами, той «поддержкой», которую обеспечивают ему ЭВМ, находящиеся в сфере массового пользователя.

В этом плане большой интерес представляет распространение особого вида электронно-вычислительной техники, известной как микро-ЭВМ. Вначале их относительно невысокое быстродействие, ограниченность системы команд, возможностей периферийного оборудования (в отличие не только от универсальных ЭВМ, но и от мини-ЭВМ) и, что немаловажно, малая разрядность, ставшая заведомый предел точности вычислений, были восприняты как явное несоответствие главной идее развития ЭВМ — максимальному увеличению их вычислительных ресурсов. Однако микро-ЭВМ очень быстро завоевали ведущие позиции в качестве средства осуществления широкомасштабной автоматизации производственного оборудования (управление технологическими процессами, многими видами станков и промышленных роботов), стали важнейшими компонентами аппаратуры передачи данных по каналам связи, измерительных приборов и медицинского оборудования, разнообразных устройств регулирования и автоматики и т. д. Оказалось, что технические параметры микро-ЭВМ более чем достаточны для эффективного использования на практике, а дешевизна, надежность и компактность микро-ЭВМ, увеличивающиеся год от года за счет прогресса в области больших интегральных схем, обеспечили подлинную массовость их распространения.

Новый этап в развитии микро-ЭВМ начался в конце 70-х годов, когда на их базе стали создаваться персональные ЭВМ (персональные компьютеры), предназначенные для индивидуального использования как в служебной и производственной деятельности, так и в быту. Наличие удобной клавишной панели для ввода программ и данных, а также дисплея, своеобразного аналога телевизионного экрана, обеспечивает возможность «диалога» с машиной. Подобный «диалог» не представляет для потребителей особых трудностей благодаря существованию весьма простых языков программирования и готовых наборов программ для тех или иных конкретных задач. Развитие персональных ЭВМ, активно поддерживаемое быстро растущим спросом, шло по пути все большего их приспособления к потребителю и разработки все новых видов программного обеспечения. Отдельные конструкции машин снабжались также устройствами для вывода информации на традиционные бумажные носители.

О скорости распространения персональных ЭВМ в Японии свидетельствуют следующие цифры: если в 1978 г. их было продано только 10 тыс., в 1979 г. — 40 тыс., то в 1983 г. — около 1 млн., а в 1985 г. — 1,9 млн. [16, с. 57]. Ожидается, что на протяжении 80-х годов темпы роста объема их продаж в Японии (в натуральном выражении) превысят 20%. Со столь большими масштабами производства связана довольно невысокая цена персональных ЭВМ (в начале 80-х годов — от 50 тыс. до 200 тыс. иен), что, по существу, обеспечивает возможность их приобретения массовым покупателем. Целесообразность же

покупки таких ЭВМ уже не вызывает сомнений: персональные ЭВМ оказались весьма удобным средством для домашнего информационного обслуживания, изучения иностранных языков и различных научных дисциплин, контроля за состоянием здоровья и самодиагностики, составления оптимальных рационов питания, управления автоматизированной бытовой техникой, учета домашних расходов и запасов, обработки различных данных и сведений из литературных источников, а также игровых целей. Особая ценность работы с персональной ЭВМ заключается в возможности вести «диалог» с машиной, в процессе которого человек и машина взаимно дорабатывают постановку задачи, что приводит к получению более конкретной и полезной информации.

В Японии уделяется большое внимание и подготовке пользователей персональных ЭВМ. С 1983 г. сформировалась учебная программа следующего типа: начальный курс знакомства с машиной и курс обучения начинающих пользователей (по одному месяцу), начальный и средний курсы по программированию (по два месяца каждый), вечерний спецкурс (на полгода), а также несколько ускоренных, месячных курсов.

Хотя персональные ЭВМ обладают столь широкими возможностями применения в быту, еще шире сфера их служебного использования. Они эффективно автоматизируют выполнение большей части операций, связанных с управлением материально-техническим снабжением, кадрами, финансами, подготовкой различной документации. Значителен их вклад и в повышение производительности труда инженеров и техников, поскольку в сочетании с рядом специальных устройств становится возможным ускорить процессы проектирования изделий и изготовления чертежей, а также проведение экспериментов. Современное производственное оборудование (металлорежущее, кузнечно-прессовое, сварочное, контрольно-измерительное и др.) также оснащается персональными ЭВМ, обеспечивающими его работу в автоматическом режиме с параметрами, введенными в память этих ЭВМ оператором цеха. Тем самым реализуется новый, прогрессивный тип числового программного управления (ЧПУ) и значительно ускоряется переход к гибким системам обработки, которые рассматриваются в настоящее время как магистральное направление развития производства.

Как уже отмечалось, наиболее перспективный путь использования информационно-вычислительной техники открывается ее интеграцией с системами связи. Это обеспечивает соединение вычислительных центров с банками данных, в том числе зарубежными, и с многочисленными пользователями, принципиально расширяет возможности получения информации от персональных ЭВМ и т. п. В сущности, проблемы передачи информации и ее обработки всегда соседствуют друг с другом. В настоящее время создана техника, на базе которой обе эти взаимосвязанные проблемы успешно решаются. Причем для Японии весьма ха-

рактарно то, что и ЭВМ и аппаратуру связи выпускают в основном одни и те же фирмы, например такие мощные компании, как «Фудзицу», «Хитати», «Нихон дэнки». Это значительно облегчает создание современных информационно-вычислительных систем, объединяющих в едином комплексе ЭВМ, аппаратуру связи и различные согласующие устройства.

Определенная часть информационной техники, как указывалось, не использует в качестве своих основных компонентов электронно-вычислительные средства. Однако и она не обходится без систем связи, причем в целом ряде случаев это сочетание является органическим (радио и телевидение, телефон, телеграф, телетайп, факсимильная связь). Здесь «информационный эффект» определяется главным образом тем, насколько эффективно реализуется функция связи (дальность, объем переданной информации, стабильность, помехозащищенность и др.). На этом направлении в Японии имеются немалые достижения. В частности, в сети телефонной связи широко внедряются электронные коммутационные станции, число которых к началу 80-х годов приблизилось к тысяче. Эти станции отличаются не только особо высокой скоростью и точностью работы, но и предоставляют абонентам совершенно новые виды услуг: набор номера с помощью кнопок, автоматические повторные вызовы «занятого» номера, переключение абонента на номер другого аппарата (например, где временно находится вызываемое лицо), включение магнитофона-автоответчика, возможность наведения справок в процессе разговора и др. [36, с. 125]. Быстро развивается радиотелефонная связь: в частности, она введена на всей железнодорожной скоростной линии Синкансэн, в целом ряде городов работают системы связи с автомобильными абонентами (в середине 80-х годов таких абонентов насчитывалось около 300 тыс.).

В ноябре 1984 г. был введен в коммерческую эксплуатацию вариант системы «Видеотекс», которая с конца 70-х годов стала приобретать широкую популярность в различных странах мира, предоставляя пользователям информацию по самой разнообразной тематике: новости и прогноз погоды, лекции, сообщения, объявления, торговая информация, экономика домашнего хозяйства, общеобразовательные и профессиональные сведения, спорт, путешествия, экскурсии, путеводители и др. Считается, что система «Видеотекс» сыграет важнейшую роль в развитии информатизации японского общества и обеспечит переход к качественно новому ее этапу⁴. Дело в том, что система позволяет пользователю весьма простым способом, с помощью ключевых слов, вводимых посредством нажатия клавиш терминала, обратиться по обычным телефонным линиям связи к памяти ЭВМ специального информационного центра и немедленно получить ответ в виде текстового или графического изображения на экране телевизора или персонального компьютера. К началу 1985 г. в Японии имелось 3015 терминалов, причем 88% из них

было установлено в офисах и на предприятиях, что, по-видимому, можно рассматривать как свидетельство важности системы в первую очередь для развития деловой активности. Из этого следует также, что система будет быстро развиваться по мере роста числа «вкладчиков» информации и объема банка данных (на конец 1984 г. — соответственно около 400 компаний и 94 тыс. «телевизионных кадров») [139, 1985, № 61, с. 38]. Со снижением цены адаптеров — устройств, через которые телевизор или персональный компьютер подключается к банку данных, — должно резко увеличиться и число индивидуальных пользователей (в конце 1984 г. адаптер стоил около 200 тыс. иен).

Особое значение системе «CAPTAIN» придается в Японии еще и потому, что она рассматривается как важнейшая составная часть общенациональной информационной системы, которая по замыслу ее разработчиков будет создана к началу следующего столетия и преобразует всю информационную инфраструктуру страны, обеспечив практическую общедоступность существующих банков данных, в том числе и зарубежных.

В практической реализации концепции «общества информации» в Японии помимо МВТП активно участвует министерство связи, поддерживая разработку и практическое использование высокоэффективных систем обработки, хранения и передачи информации. Конкретным направлением, которому министерство связи уделяет особое внимание, является создание информационной инфраструктуры, способной обеспечивать все виды информационных услуг в соответствии со все возрастающими масштабами влияния информационных потоков на общество. Ведущиеся в этом направлении работы нацелены на создание к концу столетия единой общенациональной сети передачи информации (система «INS» — «Information Network System»). Необходимость формирования такой системы аргументируется в Японии тем, что в отличие от периода 50—60-х годов, когда традиционные виды связи, в основном телефонная и телеграфная, вполне удовлетворяли требованиям передачи необходимой информации, в настоящее время и особенно в перспективе каналы связи должны быть резко расширены для передачи во много раз больших объемов информации, и притом более разнообразных ее видов. Создание системы «INS» — это, по существу, глубокая перестройка японской информационной инфраструктуры с целью обеспечить ее эффективное функционирование в условиях, когда генераторами информации становятся сложные технические системы, в том числе сверхбыстродействующие компьютеры, а потребители, численность которых непрерывно возрастает, все шире ориентируются на использование информации немедленно после ее получения. Все это требует изменить техническую основу систем связи, их рабочий процесс и элементную базу.

Важнейшей технической особенностью сетей «INS» является то, что в них будут реализованы цифровые системы передачи

информации. Это не только позволит передавать чрезвычайно большие объемы информации, но и поднимет на качественно новый уровень «снабжение» пользователей звуковой и видеоинформацией, расширит спектр предоставляемых услуг. Значительно будет форсирована и передача данных. Последние становятся все более важным видом информации по мере компьютеризации общества: в 70-е годы в Японии наблюдался весьма быстрый рост числа линий передачи данных — около 25% в год. И если парк универсальных ЭВМ увеличивался ежегодно на 20%, то число компьютеров, подключаемых к линиям передачи данных, — вдвое быстрее [66, с. 56]. Особое значение в этом плане приобретает то, что в настоящее время ЭВМ стали весьма компактными, их установка не представляет затруднений даже для предприятий и учреждений, располагающих малыми помещениями.

Потребителями услуг системы «INS» будут как учреждения, так и индивидуальные пользователи. Большие перспективы открываются в области связи между подразделениями различных учреждений, особенно многочисленных филиалов и отделений. При этом в отличие от обычных видов телефонной связи станет возможным получать новые виды услуг, реализуемых благодаря применению электронной коммутации и цифровых систем передачи информации (многосторонние разговоры, т. е. одновременно между несколькими собеседниками, сообщения, оставляемые для абонента ввиду его отсутствия, и т. п.). Видеотелефонная связь, позволяющая передавать графическую и другую изобразительную информацию одновременно с голосовыми сообщениями («скетчфон»), также должна приобрести большое распространение, оказав прежде всего неоценимую услугу людям с дефектами слуха. Предполагается, что одним из основных направлений в развитии связи станет проведение видеоконференций. Этот вид коммуникационных услуг позволит участникам таких конференций участвовать в дискуссиях, не затрачивая времени на дальние переезды, не потребуются и дорогостоящей аренды помещений. Существенно расширится система факсимильной связи, причем одновременно создается система, работающая с повышенной скоростью, которая обеспечивает передачу изображения с формата машинописной страницы за две три секунды.

Главная особенность технической концепции системы «INS» — это возможность ее непрерывного развития, начиная с исходного этапа, когда в ее составе еще будет значительная часть обычной аппаратуры, работающей не на цифровых, а на аналоговых принципах. Новая система должна поглотить все существующие автономные подотрасли связи (телефон, телекс, «Видеотекс», передача данных, телеграф и др.), обеспечив их интеграцию в единую общенациональную сеть. Весь этот процесс растянут во времени до 2000 г. и будет происходить по последовательно-параллельной схеме: каждая подотрасль постепенно

вбирает в себя самые последние достижения научно-технического прогресса в области информатики и связи, выходит на качественно новый уровень, становясь в плане реализуемых технических принципов однородной с другими подотраслями, что и обеспечивает им как возможность, так и необходимость интеграции в единую систему. Кроме уже упоминавшегося цифрового принципа обработки информации в рабочий процесс всех систем будет входить использование волоконно-оптических линий, микропроцессорных компонентов, элементов искусственного интеллекта и т. д. Все это в конечном счете направлено также на то, чтобы создаваемая общенациональная система связи не только легко расширялась территориально, но и могла использовать последующие технические достижения, например в области космической связи или быстро развивающейся связи между индивидуальными подвижными объектами.

Для того чтобы лучше уяснить проблемы реализации такой обширной системы, было решено провести крупномасштабный эксперимент, создав ее модель для относительно небольшой территории — района Мусасино-Митака в пригороде Токио, а также Центрального Токио, в котором сосредоточены многочисленные правительственные учреждения и офисы компаний. В ходе эксперимента осваиваются новые виды оборудования, отрабатываются формы взаимодействия между различными техническими службами, выявляются конкретные трудности в коммерческом механизме.

В настоящее время, когда обобщенные представления об «обществе информации» уже созданы, уяснено резко возросшее значение количественных и качественных параметров информации и в целом понятно, какими средствами должны решаться стоящие на повестке дня задачи, появляются конкретные проекты и концепции. В связи с этим следует отметить весьма распространенную в Японии концепцию под названием «Телетопия», осуществление которой по замыслу министерства связи должно ускорить формирование современной информационной инфраструктуры и обеспечение принципиально новых условий «циркуляции» информации как на региональном уровне, так в конечном счете и на всей территории страны.

Как самостоятельная программа «Телетопия» реализуется с марта 1985 г. Районы, выбранные для ее осуществления, — это, как правило, крупные города, в ряде случаев с городами-спутниками, или группы близлежащих городов. В перспективе эти районы должны стать «ядрами» общенациональной информационной системы. Среди них — Саппоро, Фукусима, Тиба, Иокогама, Канадзава, Сидзуока, Осака, Гобо-Танабэ, Ямагути — Хофу — Огори и др. Отобрано еще 14 зон для второго этапа программы.

В ходе выполнения программы «Телетопия» главные усилия направляются на решение следующих трех задач: создание двусторонней системы кабельного телевидения, внедрение буквен-

но-графической информационно-поисковой системы с телефонным доступом «CAPTAIN», формирование в пределах установленной зоны высокоразвитой системы связи «INS». Для отдельных зон и городов разрабатываются информационные системы, учитывающие специфическую заинтересованность в информации определенного профиля (г. Такасики — оптовая торговля, г. Нагаока — энергетика и т. д.). Главное в схеме информационного обеспечения — предоставление информации в первую очередь из местных библиотек и банков данных, которой в большинстве случаев будет вполне достаточно для потребителя, но в то же время и возможность оперативной связи с центральными банками данных, например Японского центра научно-технической информации [152, 1985, № 15, с. 10—15].

Важным техническим новшеством, обеспечивающим в перспективе значительное усовершенствование систем связи, и это учитывается в системе «INS», стало использование волоконно-оптических кабелей. По мере роста потоков информации становится все труднее «пропускать» их через существующие каналы — недостаточным становится радиодиапазон частот, обычные кабели приобретают гигантские диаметры (а ведь изготавливаются они из дефицитных металлов). Волоконно-оптическая техника передачи информации практически снимает ограничение по пропускной способности каналов связи. Будучи пока еще довольно дорогой, в перспективе она станет экономически вполне выгодной, особенно с учетом таких ее преимуществ, как невосприимчивость к электромагнитным помехам и отсутствие возможности несанкционированного входа в каналы связи и «хищения» информации. В Японии уже создано несколько десятков успешно действующих волоконно-оптических систем связи, а в конце 80-х годов ожидается создание трансокеанской телефонной линии (на Гавайские острова).

Непосредственное отношение к решению технических проблем получения и передачи информации имеет, как уже упоминалось, освоение космоса. С одной стороны, искусственные спутники способны обеспечивать информацией о разнообразных объектах и явлениях на Земле и в пространстве над ней, а с другой — способствовать ретрансляции передач в самые отдаленные или неудобные для приема сообщений места. Япония активно использует возможности, предоставляемые космическими системами связи. Она является членом международного консорциума спутниковой связи «Интелсат» и международной организации морской спутниковой связи «Инмарсат», работает над созданием национальной системы спутниковой связи, уделяя, в частности, особое внимание таким системам спутниковой ретрансляции, когда информация со спутника принимается оконечными аппаратами (радиоприемниками, телевизорами и др.) непосредственно, без промежуточного усиления. Важно отметить, что спутниковые системы связи играют для Японии очень большую роль и в такой области, как служба научно-техниче-

ской информации. Например, через спутники Земли японские пользователи осуществляют контакт с крупнейшей в капиталистическом мире информационно-поисковой системой «DIALOG», принадлежащей американской фирме «Локхид» [36, с. 141].

Даже при весьма кратком изложении узловых вопросов развития систем связи видно, сколь широки перспективы их дальнейшего развития и какое серьезное влияние оказывают друг на друга вычислительная техника, с одной стороны, и техника связи — с другой. Однако, пожалуй, еще более масштабным является воздействие, которое они оказывают на производственный аппарат. Наступило время, когда информация, машины и механизмы и связь выступают в качестве единой, замкнутой системы компонентов, органически встроенных в аппарат производства и обеспечивающих его коренные, качественные преобразования. Сущность последних имеет, без преувеличения, исторический характер, поскольку при этом коренным образом изменяется место человека в процессе производства. Автоматизация технологического и управляющего оборудования, т. е. организация потоков информации, задающей все необходимые перемещения рабочих органов машин без вмешательства человека, делают реальностью предсказанный К. Марксом этап в развитии производительных сил общества, когда «вместо того чтобы быть главным агентом процесса производства, рабочий становится рядом с ним» [3, с. 213]. На автоматизированном предприятии радикально меняется и формирование стоимости продукции. Она, в сущности, «производится рабочими и служащими, находящимися по преимуществу за его пределами, — теми, кто вырабатывал принципы автоматического производства, проектировал данное предприятие, производил его оборудование, кто поставляет ему необходимые энергии, сырье и т. д.» [41, с. 96]. Таким образом, информатизация ведет и к радикальным переменам в самой экономике общественного производства

Информатизация производственного аппарата, производство и потребление автоматической техники и средств автоматизации осуществляются в Японии по весьма широкому фронту. Чрезвычайно важным объектом автоматизации стали вспомогательные производственные операции (загрузка и разгрузка станков, смена инструментов, перемещение и складирование материалов и деталей и др.). Для этой цели в Японии были разработаны и широко используются автоматические манипуляторы, в том числе перепрограммируемые (роботы). С середины 70-х годов в Японии быстро увеличивается выпуск роботов и для выполнения основных технологических операций (электросварки, покраски, отдельных видов сборки). Во многих случаях современные роботы способны адаптироваться к изменениям в окружающей обстановке, вносить изменения в программу за счет автоматического учета информации, воспринимаемой их

органами «зрения» и «осознания». Как известно, роботы являются далеко не единственным видом автоматического оборудования. Так, например, парк автоматических металлорежущих станков с ЧПУ только на фирмах с числом работающих от 50 человек и больше составлял еще в 1981 г. (по данным последней переписи) свыше 25 тыс.⁵ Вместе с тем лишь благодаря появлению промышленных роботов стало действительно возможным приступить к объединению оборудования в единый автоматизированный комплекс, притом обладающий основными свойствами гибкой производственной системы, способной к быстрой переналадке на выпуск новых видов продукции без замены оборудования.

Следует заметить, что все описанные выше направления информатизации довольно успешно с технической точки зрения реализуются на основе традиционных видов электронно-вычислительной техники. Однако к настоящему времени за счет огромного прогресса в этой области появилась возможность создания ЭВМ принципиально нового типа, в которой воплощается концепция искусственного интеллекта. И хотя, как отмечают специалисты, она не сможет достичь сколь-либо высокого уровня «творческих способностей», но зато освободит человека от выполнения «рутинных» логических операций, а тем самым значительно повысит производительность его умственного труда.

Таким образом, как показывают развитие информационно-вычислительной техники в Японии, ее крупномасштабное распространение, а также планы принципиально новых сдвигов в этой области, подкрепляемые вполне реальными результатами, уже в ближайшей перспективе в стране должны быть созданы условия для серьезных преобразований в экономической жизни страны, да и в духовной сфере. Вместе с тем переход к «высокоинформатизированному обществу», который будет происходить столь быстро, практически в пределах жизни одного поколения, связанная с этим перестройка производственной и профессиональной структуры явятся в условиях японского капиталистического общества источником сложных проблем, вся тяжесть которых ляжет на трудящиеся массы Японии.

Проблемы и перспективы создания систем искусственного интеллекта

Одним из важнейших научно-технических проектов, осуществляемых в настоящее время в Японии, является разработка ЭВМ пятого поколения, или, говоря более строгим языком, вычислительной системы пятого поколения. Однако хотя речь идет о «вычислительной» машине (или системе) и арифметические и логические операции действительно составляют содержание ее рабочего процесса, но ориентирован он на совершенно иные цели, чем у всех известных до сих пор ЭВМ.

Основная концепция ЭВМ пятого поколения — это создание искусственного интеллекта в форме комплекса технических средств, способных при обработке информации делать из нее логические выводы. Именно способность к высокоскоростной логической обработке информации является принципиальной особенностью этой ЭВМ. Из введенных в нее миллионов изолированных фактов машина должна выбирать относящиеся к поставленному пользователем вопросу, затем с помощью правил логики выстраивать «цепи рассуждений», чтобы в конечном счете дать требуемый ответ. Речь идет, таким образом, о принципиально новых ЭВМ, которые не просто обрабатывают однажды введенную информацию, а генерируют новую. Необходимо также специально подчеркнуть, что японские специалисты с самого начала поставили задачу предельно упростить общение человека с этими ЭВМ, сделать так, чтобы он мог формулировать свои вопросы, не прибегая к специальному программированию, а свободно использовал речь, естественные языки или изображения [54, с. 21—22].

Проблема создания искусственного интеллекта уже имеет свою историю, причем достижения на этом направлении связаны с применением технических средств, достаточно простых по сравнению с теми, которые будут воплощены в ЭВМ пятого поколения. Самые простые формы искусственного интеллекта уже реализованы как в лабораториях, так и в производственных установках (например, интеллектуальных роботах, способных учитывать отклонения в характере производственного процесса от его базового варианта). Важно отметить, что проблема создания искусственного интеллекта весьма многопланова. При ее решении должен быть пройден довольно длинный путь — обеспечение способности к распознаванию образов (прежде всего зрительных и слуховых), к обучению (накоплению знаний), к ведению разговора (диалога «человек—машина») на естественных языках, к формированию целенаправленных действий, к осуществлению логических выводов. Ясно, что для различных практических целей требуются и различные сочетания этих способностей, причем, чем более полным явится их общий объем, тем ближе будет по своему уровню искусственный интеллект к человеческому.

Вместе с тем для современного этапа работ в области искусственного интеллекта моделирование некоего аналога человеческого мозга — не самоцель. Как отмечал акад. В. М. Глушков, необходимость в том, чтобы искусственный интеллект превзошел наивысшие достижения человеческого интеллекта или хотя бы сравнился с ним, может никогда и не возникнуть. Хотя никаких априорных ограничений для автоматизации интеллектуальной деятельности не существует, искусственный интеллект будет постоянно развиваться от самых простых форм к более сложным, а само содержание этого понятия будет непрерывно обогащаться [25, с. 496]. Эти замечания, как представляется,

существенны для уточнения концепции ЭВМ пятого поколения.

Искусственный интеллект ЭВМ пятого поколения должен иметь весьма высокий уровень, однако это, конечно, не означает, что его возможности будут немедленно реализованы во всей полноте с появлением уже первых таких ЭВМ. Первоначально будет ограничен характер задач, довольно большим останется объем участия пользователя в их решении. Возможности обращения к необходимым базам данных также будут совершенствоваться постепенно, как и методы их построения. Достаточно длительным будет и формирование самой материальной основы новой вычислительной системы, всех необходимых устройств, линий связи, надлежащих средств взаимного согласования аппаратуры, замкнутой в единую сеть, и т. д.

Все это нужно иметь в виду, чтобы лучше представлять реальное положение вещей, ибо японский проект создания ЭВМ пятого поколения сразу же после опубликования приобрел исключительно широкую популярность (чему отчасти способствовали многочисленные дискуссии о его выполнимости) и стал восприниматься как некий символ поворота к «новому порядку» в информатике, который произойдет уже в ближайшее время.

Оценивая общие идеи рассматриваемого проекта создания ЭВМ пятого поколения, акад. Е. П. Велихов отметил ряд принципиально важных моментов, которые необходимо учитывать, чтобы представлять возможности и значение проекта [54, с. 5—12].

В первую очередь не следует преувеличивать творческих возможностей ЭВМ. «Искусство выбирать решения в подлинно сложной обстановке,— отмечает ученый,— еще долгое время будет недоступно компьютеру, который лишен способности действовать субъективно, соразмеряя решения и поступки с мерой ответственности и иными важными для человека атрибутами существования. Поэтому услуги, оказываемые даже самыми совершенными ЭВМ, в обозримом будущем будут по своему характеру в основном рутинными» [54, с. 9]. Иными словами, хотя ЭВМ и возьмет на себя часть интеллектуальной деятельности человека, но это будет та ее часть, которая «скорее является ремеслом, требующим большой работоспособности». Подлинно же творческие возможности ЭВМ смогут стать реальностью лишь в случае появления ЭВМ, способных к интуитивному мышлению. «Если им суждено появиться,— отмечает акад. Е. П. Велихов,— то конструкция таких машин должна базироваться на принципиально отличных от существующих способах обработки информации. ЭВМ пятого поколения этой задачи еще не решат» [54, с. 10].

Таким образом, японский проект отнюдь не открывает соревнования между человеком и машиной в творческих областях. Однако по мере развития и распространения вычислительных систем пятого поколения, несомненно, существенно улучшатся

условия умственного труда, повысится его производительность, так как благодаря этим системам можно будет значительно меньше заниматься рутинными операциями. Ясно, что в результате изменятся и сам характер умственной деятельности, и критерии оценки его результатов. Поэтому значение перемен, к которым в конечном счете должно привести использование ЭВМ пятого поколения, чрезвычайно велико. По-видимому, не будет преувеличением рассматривать японский проект ЭВМ пятого поколения как ключевой элемент процесса «кибернетизации» производства и всей инфраструктуры Японии, включая социальную.

Рассматривая методические аспекты этого проекта, вице-президент американской компании «Крэй рисч», выпускающей самую современную вычислительную технику, отмечал, что «японцы не стали решать такие частные проблемы, как упрощение программного обеспечения, написанного за последние 20 лет, облегчение работы с ЭВМ, создание нового эффективного языка и т. п., а пошли с конца, с вопроса, что могут сделать ЭВМ, снабженные искусственным интеллектом» [127, 1983, № 7, с. 161]. В первых разделах проекта излагается ряд важнейших экономических проблем современной Японии (включая и некоторые их социальные аспекты), которые, как полагают авторы проекта, могут быть решены с помощью ЭВМ пятого поколения. Такой подход сыграл положительную роль с точки зрения формирования мощной волны интереса к проекту, ускорения работ по «машинной» реализации искусственного интеллекта и построению на его основе новых информационно-вычислительных систем.

Так, в числе важнейших была названа задача ликвидации диспропорций в производительности труда между первичным сектором экономики (сельскохозяйственные отрасли, лесное хозяйство, речной и морской промысел), вторичным (промышленность) и третичным (сфера обслуживания). Суть проблемы заключается даже не столько в самих диспропорциях, сколько в том, что в целом ряде сфер деятельности производительность труда не растет в соответствии с темпами развития современной науки и техники. Одной из причин такого положения являются трудности подготовки и реализации соответствующих прикладных программ. Даже в рамках вторичного сектора экономики есть немало областей, куда информационно-вычислительная техника еще только начинает проникать. Ожидается, что лишь с появлением ЭВМ пятого поколения положение здесь принципиально улучшится, в частности за счет автоматизации обработки различной документации, в том числе и на японском языке. Повышение эффективности первичного сектора связывается с решением с помощью ЭВМ нового поколения таких задач, как комплексное исследование ресурсов, прогноз погоды, организация повторного использования энергетических и сырьевых ресурсов, рационализация хранения и перевозок продукции и т. д.

Применительно же к сфере обслуживания будут решаться такие задачи, как улучшение управления, информационного поиска, складирования, транспортировки и др. Во всех случаях должны быть созданы специальные системы, работающие в комплексе с разветвленными сетями ЭВМ, связанными с мощными банками данных и базами знаний. Управляющая информация будет выдаваться на дисплей или непосредственно на механизмы и обслуживающие устройства.

Одним из важнейших направлений использования ЭВМ пятого поколения в Японии считают создание на их базе систем автоматизированного проектирования новых машин и конструкций. Такие системы крайне необходимы современным предприятиям, где изготавливается и используется большое число чертежей и схем, в связи с чем требуются чрезвычайно высокие скорости обработки больших массивов данных и различной технической документации. Соответствующие системы на базе ЭВМ пятого поколения сократят время проектирования и улучшат его качество, т. е. позволят получать проектные решения наиболее близкие к оптимуму. Причем оптимизация будет осуществляться одновременно по многим факторам, среди них — экономия потребляемой энергии, повышение безопасности в эксплуатации, сокращение трудоемкости производства, использование наиболее прогрессивных технологий. Эти системы дадут возможность провести «сквозной» анализ проекта задолго до начала производства, что позволит смягчить проблему риска при внедрении нововведений, требующих больших капиталовложений. Логическим продолжением этапа автоматизированного проектирования станет интегрированное с ним автоматизированное производство, получающее управляющие команды в соответствии с разработанным проектом.

Важнейшим элементом производственной деятельности являются, как известно, процессы управления, осуществление которых базируется на обработке и распределении огромных объемов информации. Эти процессы также, как ожидается, будут в основном переданы системам ЭВМ пятого поколения. По сути дела, речь идет об управляющих и информационных схемах, использующих в качестве материальных носителей информации магнитные ленты и карты, жесткие и гибкие диски и др. Разумеется, следствием этого станет повышение производительности труда в учреждениях (канторского труда), повысится качество управленческой деятельности и, что также очень важно, за людьми останутся лишь существенно более творческие функции.

Хорошо известно, что «старение» японского общества ставит Японию перед лицом целого ряда новых проблем. Среди них помимо относительного сокращения рабочей силы необходимость значительного расширения медицинского обслуживания, увеличения затрат на социальное обеспечение. Решению подобных проблем, по мнению авторов проекта ЭВМ пятого поколения,

содействовали бы комплексные информационно-диагностические системы для медицинских учреждений, системы для выполнения особо трудоемких работ (среди них в первую очередь можно назвать роботы и различные манипуляционные и транспортные устройства, которые могут управляться от ЭВМ), различные системы для выполнения трудовых функций на дому при непосредственном контроле от ЭВМ или в режиме диалога с ней.

Во всех указанных случаях речь идет не просто о более интенсивном внедрении ЭВМ в практику, расширении сферы их применения, резком увеличении их парка, создании новых видов оборудования, приспособленного к работе в комплексе с ЭВМ, росте числа персонала, способного обслуживать подобные системы. Применительно к проекту создания ЭВМ пятого поколения это переход на качественно новый этап «кибернетизации» общественных функций, главной особенностью которого, как уже отмечалось, является передача информационно-вычислительной техники многочисленных видов работ, ранее находившихся под контролем человека. Конечно, и уже существующие ЭВМ могут широко использоваться и действительно используются в этих целях. Что же принципиально нового в таком случае ожидается от применения ЭВМ пятого поколения?

Современные ЭВМ сверхбыструю обработку информации осуществляют лишь в соответствии с составленными программами. Именно программирование и стало узким местом ЭВМ традиционной архитектуры. Ведущая идея перестройки концепции ЭВМ — это создание аппаратуры, не требующей предварительного составления сложных программ, способной работать на основе заданий, вводимых в форме естественных для человека вопросов, без детального членения задания на элементарные ступени, которые создаются в ходе составления и отладки программ армиями программистов. Важно подчеркнуть, что дальнейшее проникновение ЭВМ в сферы практической деятельности человека «в сопровождении» программистов уже невозможно. Экстраполяция существующих закономерностей распространения электронно-вычислительной техники до 2025 г. показывает, что в этом случае численность программистов должна бы была сравняться с численностью населения Земли [102, 1983, № 3, с. 25]. Несмотря на несколько экзотический характер подобного вывода, ясно, что действительно назрела необходимость в создании принципиально новых ЭВМ, распространение которых не порождало бы подобных непреодолимых проблем. Таковыми и должны стать ЭВМ пятого поколения с их способностью давать решения задач, вводимых на естественном языке человека.

Ценность анализа, проведенного в рамках японского проекта, заключается главным образом в том, что была во всех своих деталях представлена «материальная часть» перспективных информационно-вычислительных комплексов и очерчен круг научно-технических проблем, поставленных в связи с этим на

повестку дня. В общем виде сформулированы следующие четыре задачи, которые, как нетрудно видеть, как бы продолжают одна другую: 1) увеличение степени интеллектуальности вычислительных машин и как следствие простота их использования; 2) обеспечение их способности действовать в качестве «интеллектуального ассистента» пользователя; 3) простое и удобное для пользователя предоставление информации в виде чисел, схем, диаграмм, текстов, рисунков и т. п.; 4) возможность моделирования неизвестных ситуаций и выработка машиной новой информации в различных областях науки, техники, а также в управлении и административной деятельности [54, с. 36—38].

Если даже в самом кратком виде охарактеризовать научно-технические проблемы, от успешного решения которых зависит достижение целей, сформулированных в японском проекте, то станет понятным, сколь значительны и объем и сложность работ по его осуществлению. В первую очередь новые функциональные свойства машины смогут быть обеспечены лишь ценой серьезного усложнения устройства как конструкции в целом, так и ее отдельных компонентов. Например, в состав ЭВМ пятого поколения, согласно японскому проекту, будет введена машина для обработки потоков данных, объединяющая в себе около 10 тыс. процессоров с общей памятью до 10 тыс. Мбайт и производительностью 10 млрд. оп/с. Логическое программирование будет обеспечивать система с аппаратно реализованным программным обеспечением производительностью до 1 млн. логических выводов в секунду. Необходимо разработать также совершенно новые типы таких компонентов ЭВМ, как функциональная машина, машина реляционной алгебры, машина поддержания абстрактных типов данных; все они явятся новым словом в технике, потребуют не только обобщения мирового опыта, накопленного в этой области, но и его развития.

Другая проблема — разработка архитектуры распределенной обработки. Для ее решения будут создаваться и использоваться локальные и глобальные вычислительные сети, объединяющие персональные ЭВМ высокого уровня, машины баз данных (с емкостью памяти около 1 млн. Мбайт и производительностью порядка 10 тыс. обращений в секунду). Сюда же войдут сверхбыстродействующие ЭВМ для параллельной обработки больших объемов числовых данных (общей производительностью системы до 1 млрд. оп/с).

Решение указанных проблем станет возможным, если будут подняты на новый уровень техника и технология производства сверхбольших интегральных схем. Потребуется создать, во-первых, однокристалльные СБИС с плотностью 10 млн. транзисторов на одном кристалле и, во-вторых, систему автоматизированного проектирования СБИС, что позволило бы ускорить их проектирование в 10—20 раз.

Следующим разделом разработок является создание систем программного обеспечения. Сюда войдут системы управления

базой знаний, система решения проблем и логических выводов и система интеллектуального интерфейса (т. е. средств взаимодействия человека с ЭВМ). Одна из систем, управляющая так называемой распределенной базой знаний, позволит осуществлять запоминание и выборку из «памяти» приблизительно 20 тыс. правил и 100 млн. фактов. Логические выводы будут производиться со скоростью до 1 млрд. выводов в секунду. Для обеспечения интеллектуального интерфейса разрабатываются системы формирования изображений и их анализаторы, идентификаторы и синтезаторы речевой информации, в том числе «разговаривающие» на японском и английском языках.

Среди основных прикладных систем, разработка которых также является большим самостоятельным разделом рассматриваемого проекта, следует упомянуть системы машинного перевода со словарем в 10 тыс. слов на нескольких языках, системы ответа на вопросы (системы-консультанты), ориентированные на отдельные специальные области знаний и содержащие информацию в объеме порядка 5 тыс. фактов и 10 тыс. правил. Создаются системы, способные понимать математические выражения, решать задачи и приспособленные к безошибочным действиям в типичных для практики ситуациях.

Еще один раздел проекта — технология систематизации. Ее разработка предполагает создание системы проектирования программ на основе вопросов и ответов, формулируемых на естественном языке, и системы проектирования базы знаний, способной к непрерывному расширению в соответствии с развитием науки и техники. Работы по этому разделу должны обеспечить выработку новых решений и в области системотехники, в частности в области архитектуры вычислительных систем.

Наконец, в специальный раздел проекта выделены работы по поддержанию самого процесса создания новой ЭВМ своего рода «проектной инфраструктурой», в которую входят вычислительные сети, объединяющие в себе персональные ЭВМ высоких уровней, мощные универсальные ЭВМ, консультирующие системы, системы автоматизации проектирования и подготовки документации и др.

Все эти разделы очень сложны по своему содержанию, и весьма существенно то, что по почти всем выделенным в проекте научно-техническим проблемам Япония не только не является лидером, но и заметно отстает от США. Данное обстоятельство также четко проанализировано авторами проекта, и выделены конкретные направления и темы разработок, по которым будет необходимо опираться на результаты, уже достигнутые за рубежом [36, с. 42—45]. Это касается, в частности, создания таких важнейших компонентов ЭВМ пятого поколения, как машины баз данных, машины для обработки абстрагированных данных, машины для поддержания языков высокого уровня (обеспечивающих представление потоков данных), системы управления реляционными базами данных, функциональ-

ные машины. В Японии в начале 80-х годов разработки в этих областях находились лишь на начальном этапе. То же можно сказать об уровне японских исследований архитектуры ЭВМ с распределенными функциями и работ по стандартизации архитектур вычислительных сетей. Еще много предстоит сделать и в части построения систем взаимодействия «человек—машина»; пока в Японии основные успехи достигнуты лишь в области ввода—вывода символьной информации. Серьезные усилия требуются в сфере разработки программного обеспечения и создания систем автоматизированного проектирования программ, а также систем проектирования интеллектуальных баз данных. Особо следует подчеркнуть, что разработка в Японии прикладных систем, являющихся важнейшим звеном «выхода» ЭВМ пятого поколения на обслуживание реальных запросов потребителей, находится преимущественно на стадии теоретических исследований.

Касаясь вопросов обеспечения процесса создания ЭВМ ее основными конструктивными компонентами — большими и сверх-большими интегральными схемами, авторы проекта отмечают, что технология их производства налажена в Японии хорошо и подкреплена соответствующими исследованиями, но речь идет лишь о собственно производственных, заводских процессах. В части же разработок самих СБИС, а также в области создания систем автоматизированного проектирования БИС и СБИС перед японскими конструкторами простирается огромный фронт работ, тем более что необходимо создание СБИС весьма широкой номенклатуры (а не только для запоминающих устройств). В связи с этим авторы проекта даже высказывают беспокойство, сможет ли Япония обеспечить себя этими компонентами и не придется ли импортировать их из США. Можно, во всяком случае, с полным основанием утверждать, что импорт технологии, т. е. закупка лицензий на право использования зарубежных научно-технических результатов, окажется жизненно необходимым для реализации японского проекта создания ЭВМ пятого поколения. При этом часть лицензий будет приобретаться из-за отсутствия собственных японских разработок, другая часть — из-за необходимости ускорить те или иные работы, и, наконец, немалую часть составят лицензии на использование достижений зарубежных конкурентов, опередивших Японию и запатентовавших в ней свои результаты. Не исключены и весьма серьезные трудности в приобретении лицензий за рубежом. Однако все это не дает оснований сомневаться в выполнимости японского проекта, другой вопрос, в какой степени реальные достижения будут соответствовать изложенной в нем амбициозной программе.

Работы по японскому проекту создания ЭВМ пятого поколения, ход которых контролирует МВТП, разбиты на три этапа и в целом рассчитаны на десять лет. На их первом этапе, начавшемся в 1982/83 г. и продолжавшемся три года, было затра-

чено около 10 млрд. иен. Задачи этого этапа — разработка базовой технологии, на которой будет материализована архитектура ЭВМ и ее программное обеспечение. Следующий, четырехлетний этап предусматривает конструкторскую проработку головного образца подсистем, осуществляющих логические операции и работы с базами знаний, а также их изготовление. Завершающий, трехлетний этап работ предназначается для интенсивной доработки упомянутых подсистем в соответствии с новейшими техническими достижениями, а также изготовления остальных подсистем. Окончательным итогом работ по этому этапу должно стать изготовление опытного образца машины [152, 1983, № 5, с. 24—25, 1984, № 12, с. 37].

Итак, реализация новой концепции ЭВМ, открывающей новый этап в истории информатизации и «кибернетизации» жизни человека и общества, делает в Японии свои первые шаги. Однако и за рубежом, в первую очередь в США, подобные работы также ведутся, и притом довольно успешно. Тем не менее именно японский проект продолжает привлекать самое пристальное внимание специалистов. Объяснение этого явления довольно простое: в Японии создание нового поколения ЭВМ было выдвинуто как научно скоординированное мероприятие. Можно говорить о системном характере подхода как к постановке задачи, так и к путям и средствам ее решения. В процессе подготовки проекта был составлен глубокий обзор нынешнего состояния электроники в мире и определено положение Японии в комплексе научно-технических и производственных проблем, составляющих передний край науки и техники. Весьма выпукло в проекте показана социально-экономическая значимость результатов, причем не только для Японии, но и для развития современного производства и его инфраструктуры в значительно более широких масштабах. Таким образом, можно говорить об определенном положительном вкладе японских специалистов в совершенствование методологии «кибернетизации» жизненного процесса современного общества.

Обеспечивая рост эффективности использования интеллектуального потенциала, высокое развитие автоматизации в системе «наука—техника—производство» и оптимальное расходование всех видов ресурсов (трудовых, материальных, финансовых, природных), системы ЭВМ пятого поколения окажут исключительно важное влияние на совершенствование базы производства. При этом, по-видимому, предстоят два этапа развития этих систем. На первом этапе они начнут эффективно функционировать лишь в некоторых отраслях, главным образом связанных с разработкой и производством самих же этих систем. Второй этап — их массовое распространение, внедрение в повседневную производственную деятельность и быт. Освобождение человека от рутинных операций поиска, накопления, систематизации информации, ее ручного перенесения на бумагу и т. д. значительно облегчит процессы обучения, создаст объективные

условия к тому, чтобы знания становились массовым достоянием, а творчество — основной формой проявления человеком своих природных возможностей. Однако несомненно и то, что там, где господствуют капиталистическая мораль, антагонистические производственные отношения, эта техника будет выполнять социальный заказ эксплуататорского класса, объективно заинтересованного лишь в приумножении своих прибылей, а вовсе не в просветительской деятельности или массовом распространении имеющейся в его распоряжении информации.

Глава 4

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ЯПОНИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Ведущие тенденции в совершенствовании производственного аппарата

В настоящее время одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, обеспечивающим коренной, принципиальный переворот в производительных силах, является автоматизация производства. Она, как известно, позволяет значительно увеличить производительность труда, улучшить качество продукции, повысить эффективность организации и управления. Деловые круги капиталистического мира неизменно уделяют автоматизации большое внимание, используя даваемые ею преимущества в интересах конкурентной борьбы, погони за сверхприбылью.

Что касается японских предпринимателей, то они придают автоматизации производственных процессов особое значение. Это связано не только с упомянутыми ее преимуществами, но и с тем, что она открывает широкие возможности в плане снижения производственных издержек.

Немаловажным фактором, подталкивающим японских предпринимателей к форсированию автоматизации производства, является положение на рынке рабочей силы. Так, по оценкам японских специалистов, темпы прироста рабочей силы в Японии в 80-е годы составят не более 0,7%, т. е. будут примерно вдвое меньше, чем в 60—70-е годы, из-за преимущественного перемещения работающих в третичные отрасли число занятых в обрабатывающей промышленности в 80-е годы возрастет практически не будет. Следовательно, обеспечить желаемый прирост объема производства на уровне 6—7% можно будет только соответствующим увеличением производительности труда [115, 1980, № 29, с. 14]. В этих условиях автоматизация производства выдвигается на передний план как решающее средство трудо-сбережения.

Существенный аспект проблемы автоматизации — обеспечение безопасных условий труда на производстве. Трудовое законодательство Японии декларирует, что условия труда должны гарантировать рабочему безопасность при выполнении работ. Но это требование соблюдается плохо. Например, в 1980 г. на японских предприятиях произошло 1 098 527 несчастных слу-

чаев, из них 3009 — со смертельных исходом. Особенно высоки показатели производственного травматизма на мелких и средних предприятиях, для которых в большинстве случаев оказываются неприемлемыми жесткие меры безопасности, как правило снижающие производительность труда, а тем самым и объемы выпуска продукции. Так, на предприятиях с числом занятых от 100 до 300 несчастные случаи с рабочими происходили в 1980 г. в 2,4 раза чаще, чем на предприятиях с числом занятых от 500 до 1000, и впятеро чаще, чем на крупных (с числом занятых более 1000) [70, с. 17].

Японские специалисты, констатируя эти малопривлекательные стороны условий производства, считают основным выходом из создавшегося положения механизацию и автоматизацию, особенно расширение использования промышленных роботов. Развитие этих процессов, по их мнению, уже позволило добиться того, что уровень травматизма в начале 80-х годов был на $\frac{1}{3}$ меньше по сравнению с началом 70-х годов.

Поскольку проблема безопасности труда на мелких и средних предприятиях приобретает остросоциальный характер (тем более что здесь работают люди, значительно старше по возрасту, чем на крупных предприятиях, своего рода «кадровые рабочие» японского общества), правительство стало принимать специальные меры по снижению столь высокого уровня травматизма, в том числе стимулировать внедрение автоматизации. Так, с 1981 г. государство выделяет на эти цели специальные дотации мелким и средним предприятиям, если приобретенная техника предназначается для повышения безопасности условий труда.

Все это, естественно, стимулирует прогресс в разработке средств автоматизации, но все же еще существует множество, и притом весьма обширных, «белых пятен», где сохраняется труд, требующий немалых физических усилий и осуществляемый в чрезвычайно дискомфортных условиях. Например, число различных штамповочных операций достигает 200 тыс. Считается, что в Японии благодаря применению автоматических манипуляторов и роботов удалось автоматизировать 40—50 тыс. операций штамповки, т. е. лишь 20—25% из общего числа. И хотя этого может оказаться достаточным для выполнения требования «в зоне штамповки не должно быть рук», а тем самым и для резкого снижения травматизма, предстоит еще очень большая работа по улучшению труда штамповщиков. В значительной степени аналогичная картина наблюдается и во многих других видах производства [70, с. 9—20].

Следует заметить, что технико-экономические особенности нынешнего этапа развития производства также выдвигают на повестку дня ряд острых проблем. В частности, все более неприемлемой становится концепция традиционного производства, при которой в общем времени разработки, технологического освоения и выпуска продукции на пребывание деталей в цехах

предприятий приходится лишь около 1%. Это свидетельствует о том, что конструкторская и технологическая сферы производства превратились в его узкое место и требуют самых радикальных преобразований как в методах, так и в организации работы. Вместе с тем огромны и собственно производственные резервы. Так, на станках детали находятся только 5% времени своего «внутрицехового» периода, но даже от этого времени сама обработка занимает только 15—30%. Решение этих проблем усматривается в последовательном развитии новой технической и организационной концепции машиностроения — его комплексной автоматизации и интеграции в единую систему всех процессов производства, начиная от разработки изделий и кончая отгрузкой готовой продукции [23, с. 6, 11—12].

Вместе с тем, несмотря на большой положительный эффект автоматизации производства, на пути ее внедрения стоит немало трудностей. Вот типичные мнения, высказанные в ходе одного из анкетных опросов теми руководителями японских предприятий, которые проявили наиболее сдержанное отношение к автоматизации производственного оборудования: несоответствие существующих видов автоматического оборудования действующей на предприятии системе производства, малая величина партий выпуска продукции, высокие затраты на приобретение автоматического оборудования [64, с. 36].

Действительно, вопрос об эффективном применении автоматической техники очень сложен. Она, как правило, довольно дорога, а кроме того, на ее освоение в производстве уходит много времени (нередко два-три года). Существенно и то, что, хотя ее эксплуатация значительно снижает текущие производственные затраты, во многих случаях повышается фондоемкость продукции. В результате экономически целесообразные сроки службы средств автоматизации удлиняются [21, с. 7—9]. Но в настоящее время жизненный цикл продукции неуклонно сокращается в связи с непрерывным появлением ее новых, более совершенных и эффективных в эксплуатации моделей. Было бы, естественно, экономически невыгодно задерживать начало ее производства. Более того, и это весьма характерно для японских условий, выход на рынки новой продукции (внутренние и внешние) с запозданием может нанести фирме весьма ощутимый ущерб. Таким образом, возникает сложная проблема как с технической, так и с экономической точки зрения — создать такие средства автоматизации производства, которые могли бы успешно служить и при переходе на новые модели продукции, т. е. были бы гибкими, мобильными.

В этом плане очень важно то, что подавляющее большинство изделий в машиностроении и металлообработке изготавливается в настоящее время малыми сериями¹. После завершения выпуска серии определенного вида изделий возникает необходимость приступить к производству уже не просто следующей модификации изделия, а совершенно иного вида продукции.

Принципиальная трудность создания средств гибкой автоматизации заключается в том, что при этом необходимо реализовать новый подход к конструированию производственного оборудования, обеспечив, с одной стороны, автоматизм его работы, а с другой — универсальность, пригодность для того, чтобы на нем можно было производить максимальное количество типовых размеров деталей (или более сложных объектов). Но именно универсальное оборудование является наиболее дорогим. Как раз стремление удешевить производство и дало в свое время толчок развитию специализации оборудования. Поэтому оказывается, что переход от жесткой автоматизации к гибкой, хотя и обеспечивает возможность свободнее маневрировать техникой в ходе смены объектов производства, но обходится весьма дорого.

Так, по мнению одного из авторитетных японских специалистов в области разработки систем автоматизации производства, Х. Макино, важнейшим обстоятельством, которое сдерживает распространение средств гибкой автоматизации, является именно их стоимость — в 6—10 раз более высокая, чем переналаживаемого автоматического оборудования. Последнее, как он полагает, во многих случаях можно использовать около двух лет, прежде чем потребуются переход на другую модель или новую продукцию. Но и у гибких систем с учетом их работы в несколько смен срок службы может достигать лишь пяти лет или немногим более. Тем самым вполне реально, что вариант со сменой дорогостоящего оборудования через каждые два года окажется более выгодным, чем при переходе на гибкую автоматизацию [123, 1981, № 3, с. 122].

Естественно, что этот пример не оценивает ситуацию в целом и типичен лишь для некоторых определенных случаев. Однако из него ясно: внедрению гибкой автоматизации должны предшествовать тщательная проработка технологической схемы ее будущего использования, детальный технико-экономический анализ. В частности, Х. Макино обращает внимание на то, что в целом ряде отраслей изменения, которые требуется вносить в производство, не столь велики, чтобы обращаться к гибким системам. Кроме того, надо учитывать, что по производительности эти системы нередко могут уступать жестким. Таким образом, по его мнению, речь должна идти не о тотальной ликвидации жестких систем, а об их дополнении гибкими. Более того, некоторые японские специалисты считают, что во многих случаях значительную часть операций целесообразно производить за пределами гибкого комплекса, и притом даже совсем необязательно на автоматическом оборудовании. Другими словами, гибкая автоматизация — не самоцель, ее нужно умело сочетать с действующим производственным оборудованием, ориентируясь на максимум суммарной эффективности [96, 1982, № 1, с. 48—49].

Можно отметить два основных свойства, которыми должны обладать гибкие комплексы и модули, а следовательно, и гибкие автоматизированные производства (ГАП) в целом: во-пер-

вых, способность к эффективной работе на многих режимах в соответствии с программой и, во-вторых, их способность к автономному функционированию согласно программе, несмотря на наличие внешних возмущений [68, с. 13—22]. Последнее свойство является очень важным, оно отражает реальный характер производственных условий эксплуатации ГАП, обращает внимание на актуальность проблемы их адаптации к этим условиям.

Представляют интерес выделенные японскими специалистами НИИ технологии машиностроения основные проблемы в области развития ГАП, которые можно разбить на четыре группы [96, 1982, № 1, с. 34—39]. К первой группе относятся вопросы организации ГАП: создание систем автоматизированного проектирования и производства, в том числе автоматизированного проектирования производственных процессов; оптимизация выбора деталей для обработки по гибкой технологии, а также разработка оптимальных структур ГАП. Вторую группу образуют проблемы технической реализации элементов ГАП: создание обрабатывающего оборудования специально для ГАП, в частности многоинструментальных станков (обрабатывающих центров) с модульной структурой, а также имеющих повышенную производительность. Третья группа — это проблемы управления: разработка иерархической системы управления, распространяющейся на весь комплекс оборудования, управляемый ЭВМ, а также структуры программ для управления ГАП. В четвертой группе представлены проблемы, связанные с измерениями и обеспечением качества: разработка программного и технического обеспечения для систем измерения, создание «измерительного центра» с ЧПУ (с использованием ЭВМ), исследование проблем контроля качества и контроля над производственными процессами. Отмечается и необходимость уделять постоянное внимание проблемам социально-экономической эффективности ГАП.

Обращаясь к конкретным формам ГАП, следует начать с их простейшего вида — гибких производственных модулей (обрабатывающих ячеек). Это элементарные компоненты гибкого производственного комплекса, работающие как самостоятельные автоматические системы. Детальная концепция обрабатывающих ячеек была выдвинута в Японии на рубеже 70—80-х годов специалистами фирмы «Фанук» (тогда «Фудзицу Фанук»). На этой фирме был накоплен большой опыт работы по созданию систем числового программного управления для станков различных типов и роботов для загрузки—разгрузки станков с ЧПУ, поэтому разработка обрабатывающих ячеек являлась, по существу, естественным продолжением разработки систем управления: объектом управления становилась теперь комбинация «станок—робот» как единое целое. Разрабатывались два типа обрабатывающих ячеек, отличающиеся способом подачи заготовок на станок: один способ предусматривал их

установку на станке (и съём после обработки) с помощью робота, другой — установку заготовок на станке, обычно многоинструментальном, вместе со спутником (т. е. своего рода поддоном, на котором заготовки заранее закрепляются в определенном положении) с помощью устройства автоматической подачи спутника (приемно-подающего устройства).

Основные компоненты ГАП в фирме «Фанук», как, впрочем, и во многих других японских фирмах, — это станки с числовым программным управлением (ЧПУ), начиная от токарных и кончая обрабатывающими центрами, промышленные роботы, автоматический внутрицеховой транспорт (самоходные тележки и др.), автоматизированные склады. Вся эта техника работает по согласованным, взаимосвязанным программам и требует лишь профилактики и периодической настройки. В ряде случаев, естественно, нужны переналадка и ремонт, кроме того, возникает необходимость периодического наблюдения за ходом технологического процесса, в частности за процессами резания (уборка стружки, очистка станков и др.).

Особый интерес представляют системы ЧПУ, обслуживающие станки. От их технических и эксплуатационных характеристик зависят параметры производительности и качества, а также степень использования функциональных возможностей станков.

Современные системы ЧПУ (ЧПУ от ЭВМ) принципиально отличаются от прежних типов. Надежность системы ЧПУ от ЭВМ весьма высока — обеспечивается средний срок безотказной работы свыше 30 месяцев, т. е. в несколько раз выше, чем в системах ЧПУ прежних типов [99, 1982, № 1, с. 76—79]. Фирма «Фанук» является одним из ведущих изготовителей этих систем в Японии.

Важным достоинством систем ЧПУ от ЭВМ служит возможность осуществления самодиагностики, т. е. анализа состояния обслуживаемого оборудования и поиска причин неисправности, если таковая возникает.

Для облегчения пользования системами ЧПУ разработано так называемое символьное числовое программное управление (особенно для управления токарными станками). В этом случае используются особые ключевые слова, каждому из которых отвечает своя кнопка на пульте управления, установленном у станка, что упрощает и ускоряет процедуру «диалога».

Переход к применению станков с ЧПУ, как показывает японская практика, требует тщательного пересмотра производственной технологии, готовности к обслуживанию довольно сложной техники, более строгой системы контроля технологических процессов. В первую очередь нужно обеспечить соответствие объектов обработки специфическим особенностям станков; в частности, необходима высокая стабильность размеров базовых поверхностей у заготовок, поступающих на станок. В случае приобретения и установки станков при сохранении прежней системы

производства определенный эффект, появляющийся после их внедрения, очень часто сменяется затем массой проблем и простоями станков. Задача заключается в том, чтобы, избегая резких структурных перемен, обеспечить всеми надлежащими мерами полную загрузку и бесперебойность работы оборудования с ЧПУ, заранее проанализировав и устранив узкие места в реконструированном технологическом процессе [99, 1981, № 4, с. 119—127].

С самого начала развития техники ГАП на японских фирмах было обращено внимание на необходимость строго контролировать автоматические процессы и, если нет возможности вводить в них необходимую коррекцию, производить автоматическое выключение оборудования. Для наблюдения за работой всех обрабатывающих ячеек в пределах предприятия создаются центральные посты наблюдения с приборными щитами и телевизионными экранами. Это позволяет использовать в ночную смену только одного оператора, контролирующего работу всего оборудования.

Логическим развитием комплексной автоматизации производственного процесса является его соединение, с одной стороны, с системами автоматизированного проектирования (САПР), а с другой — с автоматизированными системами управления технологическими процессами. Указанные системы автоматическими в полном смысле этого слова не являются и должны работать под контролем квалифицированного инженерно-технического персонала. Однако на следующей ступени предполагается компьютеризация и этого контроля, что сводит численность инженеров и техников до минимума, определяемого в основном необходимостью контролировать рабочие функции оборудования без вмешательства в технологический процесс, если оборудование работает нормально. Высшая ступень на пути развития гибкой автоматизации соответствует уровню завода-автомата, работающего по широкому комплексу гибкой технологии. Однако для этого необходимо, чтобы средства управления производством развивались согласованно со средствами производственной технологии. Речь идет о контроле за физическими параметрами процессов обработки, контроле качества, управлении складскими запасами, управлении материальными потоками производства. Все эти виды управления должны быть реализованы на практике как единый процесс управления производством, отвечающий определенной программе. Как ясно из самой идеи гибкого производства, программа должна регулярно изменяться, и все параметры производства при этом будут принимать новые значения. Поэтому становится закономерным появление таких этапов в развитии управления производством, на которых согласование и оптимизация всех параметров будут осуществляться с помощью ЭВМ.

Особое место в реализации концепции завода-автомата уже в ближайшей перспективе должно занять более активное ис-

пользование систем автоматизированного проектирования, которое, по существу, является исходным звеном производственного процесса. Пока автоматизированное проектирование находится еще в начале своего развития, и специалисты затрудняются делать точные прогнозы. Однако они тщательно изучают накапливающийся опыт и анализируют функции, которые должны выполнять эти системы.

В частности, в одном из подобных обследований, проведенных японским Институтом машиностроения, отмечается, что для дальнейшего распространения систем автоматизированного проектирования крайне важна возможность их дальнейшего развития на базе уже созданных систем путем добавления к ним новых функций, потребность в которых будет закономерно возрастать с течением времени. Другими словами, системы автоматизированного проектирования должны быть гибкими в плане их дальнейшего роста и разветвления. На нынешнем этапе САПР в Японии используются главным образом для построения графиков и чертежей, проведения инженерных вычислений, проектирования электрических и электронных схем и оптимизации размещения их компонентов, составления программ для систем с ЦПУ [89, 1985, № 8, Приложение, с. 12—18].

С помощью САПР начинают успешно решаться задачи по проектированию систем гибкого автоматизированного производства, анализу материальных потоков, управлению складскими запасами. Они находят применение не только в машиностроении, но и при планировании населенных пунктов, в строительстве, в производстве одежды, спортивных товаров и т. д.

Данные упомянутого анкетного обследования содержат вывод, что к середине 80-х годов в японском машиностроении сформировалась следующая структура САПР: для проектирования машин и механического оборудования (53%); для проектирования технологических процессов и оснастки (21%); для проектирования электротехнических и электронных устройств (15,2%); для разработки систем производства (6,6%).

В ходе создания САПР японские фирмы идут несколькими путями. Системы для графических работ и геометрического моделирования, анализа структур и тепловых расчетов в основном приобретаются и лишь в незначительных масштабах создаются самими фирмами. Однако для таких задач, как, например, анализ рабочего процесса машин и оборудования, соотношение закупок и собственных разработок примерно одинаково. В то же время САПР, обслуживающие процесс производства, в частности осуществляющие проектирование технологических процессов (подготовка программ для систем ЦПУ, формирование схемы процесса производства, расчет и оптимизация операций, выполняемых на кузнечно-прессовом оборудовании, и др.), создаются главным образом самими фирмами.

По мере накопления опыта использования САПР выясняется, что их в зависимости от типа предпочтительнее применять

либо в массовом, либо в мелкосерийном многономенклатурном производстве. В связи с этим САПР изначально ориентированы на определенного пользователя и его конкретные задачи.

На нынешнем этапе развития систем автоматизированного проектирования существует множество нерешенных проблем. Среди них главное место занимает проблема интерфейса «человек—машина». Здесь в первую очередь требуется повысить быстроту взаимодействия между оператором и машиной, увеличить разрешающую способность средств графического отображения информации, ввести функции контроля ошибок оператора, упростить процесс его работы.

Крайне желательно усовершенствование интерфейса в плане увеличения возможностей пользователя по расширению функций САПР, поскольку для конкретного пользователя встроенных функций САПР зачастую недостаточно. На это, в частности, указывало более 70% ответов в ходе анкетирования пользователей. Иначе говоря, наиболее важной сейчас можно считать проблему предоставления пользователям технических возможностей составлять и использовать собственные варианты программного обеспечения, что сделало бы системы автоматизированного проектирования более эффективными.

Весьма актуальной является и проблема баз данных. Например, довольно трудоемким является ввод информации. Не созданы еще эффективные системы для проектирования деталей со сложной геометрической формой; особенно актуальны вопросы ввода информации и обеспечения качественного отображения криволинейных поверхностей. Важными пожеланиями, которые высказывают японские пользователи, являются объединение САПР в сети, возможность обмена информацией, относящейся к различным базам данных, использование программ, разработанных для разных систем, и др.

Одним из главных направлений совершенствования производственного аппарата японского машиностроения на основе достижений научно-технического прогресса, является создание условий для обеспечения высокого качества выпускаемых изделий. Управление качеством — многоаспектная проблема. Обычно, когда речь идет о качестве продукции в Японии, говорят о движении производственного персонала за бездефектную работу, о «кружках качества», об особом духе взаимодействия как рабочих, так и руководителей в решении проблемы выпуска высококачественной продукции. Все это, несомненно, вносит немалый вклад в решение названной проблемы. Вместе с тем представляется важным охарактеризовать и некоторые организационно-технические принципы обеспечения качества японской продукции, «материальный базис» качества, подведенный под активную деятельность японских товаропроизводителей.

В первую очередь обращает на себя внимание то, что борьба за качество начинается с «мелочей», недоучет которых оказывается равносильным грубым промахам, нарушению элемен-

тарных требований культуры производства, а в конечном счете ведет не просто к снижению качества, а к браку продукции, повреждениям и простоям оборудования. По мере же развития производства, повышения степени его автоматизации «элементарные» требования становятся первостепенными по своей важности.

Так, на станках с ЧПУ в условиях автоматического резания, т. е. при нерегулярном наблюдении со стороны оператора, особое значение приобретают условия отвода стружки из зоны резания, поскольку ее попадание в область между обрабатываемой деталью и инструментом может вывести из строя инструмент и привести к браку из-за порчи поверхности детали. С учетом этого обстоятельства, как свидетельствуют рекомендации японских технологов, обработку деталей на станках с ЧПУ, связанную с отводом больших количеств стружки, целесообразно вести в дневную смену, когда этот процесс можно лучше контролировать, а чистовую обработку производить в другие смены. Существенным вспомогательным обстоятельством является введение предварительной термообработки, улучшающей условия резания. Наконец, уже на стадии проектирования изделия должны быть сформулированы требования об использовании материалов, наиболее пригодных для автоматической обработки. Причем эти требования не могут быть удовлетворены каким-либо единообразным способом, раз и навсегда, поскольку условия обработки постоянно изменяются.

Далее, при выборе новых станков к числу их самых серьезных эксплуатационных свойств рекомендуется относить условия очистки и уборки (с учетом даже цвета стружки и поверхностей станка, с которых ее предстоит удалять). Каким бы тривиальным ни казалось это требование, но ряд японских фирм удобство очистки станка включили в перечень характеристик для сравнительной оценки образцов станочного оборудования. И это имеет под собой весьма серьезную почву: ведь при переходе на автоматизированное оборудование численность обслуживающего персонала значительно сокращается и каждый рабочий должен теперь успевать контролировать большую группу станков. Если на таком оборудовании условия очистки технически трудноосуществимы или ее сложно организовать, например из-за отсутствия условий для тщательного осмотра оборудования, то будут неизбежно возникать и накапливаться дефекты, которые станут причинами различных неисправностей. Это приведет в итоге к снижению качества обработки и появлению брака, а также простоям дорогостоящего оборудования [99, 1981, № 4, с. 119—127].

Особое внимание в решении проблемы качества при механической обработке на металлорежущих станках уделяется научному анализу процесса резания. В первую очередь производится выбор условий обработки с учетом основных особенностей инструмента. Непосредственными объектами анализа являются

инструмент (его тип, материал, точность, геометрия), деталь (ее материал и конфигурация), станок и его оснастка (тип и параметры станка, устройство для крепления инструмента, приспособление для установки детали), режим резания, тип смазочно-охлаждающей жидкости и способ ее подачи. Полная совокупность этих факторов определяет производительность и стойкость инструмента. Однако она должна быть дополнена рассмотрением столь же полной совокупности возможных причин поломки инструмента. К этим причинам относятся: неудачный выбор инструмента (геометрии, точности и др.), отсутствие надлежащего удаления стружки, неправильный выбор режима резания, налипание металла на инструмент, погрешности при переточке инструмента. В результате качество обрабатываемой поверхности снижается, создаются предпосылки для поломки инструмента, и, даже если таковой не происходит, деталь все же может оказаться бракованной из-за внесенных неточностей или повреждений. Японская концепция обеспечения качества изделия за счет качественного проведения всех производственных операций находит в таком анализе свое наглядное воплощение. Однако этот анализ не ограничивается констатацией возможных причин брака. Указываются конкретные меры предотвращения брака: изменение скорости резания, термообработка материала детали, изменение конструкции инструмента или приспособлений, предотвращение вибрации станка и др. [96, 1982, № 5, с. 68—71].

Вообще следует подчеркнуть, что в Японии находят самое широкое распространение и активно совершенствуются принципы формирования качества в самом процессе производства. Разумеется, проверка изделий (или их компонентов), после того как они уже изготовлены, также необходима, поскольку производство не в состоянии выпускать абсолютно бездефектную продукцию. С этой целью создаются специальные службы контроля готовых изделий, наделяемые соответствующими полномочиями. Однако подобной организации присущи многие недостатки. В первую очередь требуется большой штат контролеров, причем они, в сущности, не участвуют в формировании качества — этим заняты только производственные подразделения. Далее, информация о результатах проверки поступает в производственные подразделения через достаточно большой период времени после возникновения того или иного дефекта, а за это время аналогичные дефекты могут возникнуть еще в целом ряде изделий. К тому же контроль на конечной стадии уже нельзя провести по всем необходимым параметрам, поэтому ряд дефектов окажется невыявленным (контроль ответственных изделий стараются осуществлять не на конечной стадии производства, а на целом ряде промежуточных этапов их изготовления, хотя, конечно, это усложняет и удорожает производственный процесс). Наконец, выявление брака в уже готовых изделиях снижает выход годной продукции, а исправление отбракованных изде-

лий нарушает производственный ритм, притом не всегда достигая цели в полной мере.

Вместе с тем возник и другой подход к обеспечению качества — непосредственно в процессе производства. Он начал реализовываться на японских предприятиях еще в 50-х годах. Его сущность заключается в тщательном контроле, осуществляемом в течение всего производственного процесса, другими словами, в недопущении отклонений последнего за пределы, гарантирующие бездефектность выполнения операций. Такой контроль качества осуществляется на всех стадиях производства, т. е. всеми службами предприятия, всем персоналом. Его дальнейшее развитие на основе теории надежности позволило осуществить переход в управлении качеством на более высокую ступень, включив в число этапов, на которых формируется и обеспечивается качество создаваемого изделия, также и стадию его проектирования. По мнению японских и других зарубежных экспертов, именно благодаря применению принципа «качество закладывается в процессе проектирования и производства» многие товары, сделанные в Японии, так популярны на мировых рынках.

Важно при этом снова отметить, что контроль изделий в конце производственного процесса отнюдь не отменяется. Главное в «японском» методе обеспечения качества (а подобные ему методы широко применяются на многих фирмах и за пределами Японии) — это не отказ от контроля готовых изделий, а смещение центра тяжести контроля в сферу проектирования и производства.

Говоря о контроле качества в процессе производства, японские специалисты подразумевают контроль отнюдь не только объекта изготовления, контролируются и многочисленные параметры производственного процесса. Поэтому, как отмечают, например, специалисты фирмы «Ёкогава дэнки сэйсакусё», информация о качестве в большинстве случаев является результатом выполнения исключительно большого числа наблюдений и измерений [103, 1981, № 1, с. 4—5]. При этом требуется не только определять «оптимальные» объекты для измерений или производить собственно измерения, но и предпринимать соответствующие научные исследования, для того чтобы выявить, каким образом использовать результаты измерений, чтобы обеспечить нужную точность, а тем самым и высокое качество продукции.

Особенностью проблемы качества в 80-е годы является то, что ее приходится решать в условиях ограничений на расход энергии и материалов. Это повышает актуальность методов, основанных на высокоточном, строгом контроле технологических процессов, поскольку любое отклонение от расчетных режимов неизбежно влечет за собой перерасход энергии или сырья. В то же время применение в технологических процессах (в целях их стабилизации) электронно-вычислительной аппаратуры приводит к созданию единого комплекса из производственного

оборудования и измерительной аппаратуры. По образному выражению японских специалистов, измерительная аппаратура уподобляется «нервной системе» производственного процесса. Это, в сущности, предполагает переход к новой концепции осуществления измерительного контроля, требуя реально совместить и собственно производство продукта, и необходимые для этого измерения. При этом, как отмечалось выше, часть измерений должна быть обязательно направлена на контроль не самого продукта, а рабочих функций машин и оборудования. Тем самым под их техническое обслуживание подводится строгая научная база, становится возможным организовать постоянную диагностику оборудования, причем в ряде случаев автоматическую. В результате принципиально исключается возможность отклонения рабочего процесса за допускаемые границы и соответственно снижение качества продукции. Следует отметить, что возможности для диагностирования оборудования закладываются на стадии его проектирования, что, конечно, предполагает дополнительные затраты. Однако японские специалисты считают необходимым идти на них, руководствуясь принципом «плати сейчас, чтобы не расплачиваться позже» [114, 1979, № 1, с. 33—37].

Используются два вида диагностики оборудования — простая и точная. В первом случае ее выполняют те, кто непосредственно работает на данном оборудовании. Выявляются аномальные режимы его работы и изменение функциональных характеристик, износ отдельных деталей. Как правило, для простой диагностики применяются специальные устройства, переносные и стационарные, позволяющие быстро проверить состояние двигателей, гидравлических систем, системы смазки и др. Большое внимание уделяется контролю вибрации оборудования.

Точная диагностика производится специальным персоналом, использующим более сложную приборную технику, и направлена в основном на выявление скрытых дефектов, а также на прогнозирование сроков службы и надежности оборудования [109, 1981, № 754, с. 971—978].

От диагностики отдельных видов оборудования уже возможно перейти к диагностике производственного процесса в целом, что, по существу, равносильно диагностике качества производимой продукции. В самом деле, если все ступени и элементы ее производства не содержат в себе недопустимых дефектов, то и качество продукции будет высоким. В принципе брак вероятен лишь при самом неблагоприятном сочетании отдельных производственных факторов, когда их предельно допустимые значения случайно сконцентрируются в некоторых экземплярах продукции.

Как известно, контролируемые величины прежде всего требуется преобразовать в сигнал, удобный для регистрации, измерения, передачи, а также воздействия на управляемые процессы. Это преобразование достигается с помощью датчиков,

генерирующих информацию о состоянии производственных процессов и объектов. Поскольку с появлением и широким распространением микропроцессоров стало возможным обрабатывать чрезвычайно большие объемы информации, тем самым была открыта «зеленая улица» и для столь же широкого распространения измерительной аппаратуры, массового внедрения датчиков в производственное оборудование самых различных видов. Это, по существу, и стало в Японии технической основой управления качеством, эффективным инструментом его повышения. В Японии спрос на датчики — «органы чувств» современного производства — весьма велик. Так, за пять лет, в течение второй половины 70-х годов, объем их производства возрос более чем в 1,5 раза [114, 1982, № 5, с. 17—22]. В настоящее время особым спросом пользуются датчики, которые сопрягаются с электронно-вычислительной техникой, в первую очередь микропроцессорами и микро-ЭВМ.

Рассмотрим вкратце, как японские фирмы практически осуществляют управление качеством на базе измерительного контроля. Так, интересный пример представляет собой деятельность автомобилестроительной фирмы «Тоёта сятай», насчитывающей 6,5 тыс. занятых и получившей в 1980 г. специальную премию за успешное осуществление контроля качества [103, 1983, № 3, с. 20—26].

За основу эффективного измерительного контроля здесь с самого начала было принято обеспечение надлежащей точности измерительной аппаратуры. С этой целью в 1967 г. была организована специальная система контроля ее точности по всей фирме (вполне закономерно предшествующая контролю измерений). Затем были осуществлены стандартизация и расширение парка контрольно-измерительной аппаратуры и одновременно налажена подготовка персонала для ее обслуживания. Методика измерительного контроля была детализирована разработкой специальных таблиц, в которых указывались наименования производственного процесса, измеряемые характеристики, степень важности каждого измерения, давались ссылки на соответствующие стандарты, фиксировались методы измерений в ходе производственного процесса.

То, что измерительный контроль рассматривается на фирме как суть мероприятий по обеспечению высокого качества продукции, находит свое отражение и в организационной структуре: отдел гарантии качества руководит системой измерительного контроля, охватывающей все отделы фирмы. Начальник отдела гарантии качества является в то же время председателем комиссии по измерительному контролю, членами которой состоят начальники отделов фирмы. Основное направление в работе комиссии — укрепление системы обеспечения высокого качества посредством совершенствования измерительного контроля, причем не только на фирме, но и вне ее.

Комиссия руководит планированием операций измеритель-

ного контроля (выбор надлежащих элементов технологического процесса, анализ соответствия используемых контрольно-измерительных приборов, а также способов и режимов измерений целям и задачам контроля), ежедневной проверкой контрольно-измерительных приборов, изучением дальнейших возможностей измерительного контроля.

Как уже отмечалось, при внедрении развитой системы измерительного контроля большое внимание уделялось вопросам обучения и подготовки персонала. В частности, были организованы курсы по подготовке и обучению персонала, владеющего соответствующей квалификацией в области измерений. Предусмотрено расширение программы обучения на этих курсах, но вместе с тем существуют курсы обучения и по более простым программам для наименее квалифицированных групп персонала, а также по ряду специальных программ для работников различных специальностей.

Метрологический надзор за измерительной аппаратурой, т. е. обеспечение высокого качества ее функционирования, является на фирме столь же важной задачей, как и повышение качества подготовки работающего с ней персонала. Основными задачами метрологического надзора являются: связь с общегосударственными и муниципальными метрологическими службами; обеспечение точности эталонных приборов и измерительной аппаратуры; определение экономически обоснованного, оптимального периода проведения контроля; установление экономического способа контроля, в частности путем разграничения внутрифирменного контроля и контроля у внешних поставщиков.

Последняя задача выполняется совместно отделом закупок фирмы и отделом гарантии качества. В некоторых местах закупок фирма осуществляет своими силами целый ряд операций измерительного контроля, добиваясь таким образом значительного повышения качества поставляемых полуфабрикатов.

Одним из важных аспектов развития измерительного контроля является обеспечение его экономичности. На фирме «Тоёта сятай» учитываются как стоимость дополнительных технических средств, которые требуются для проведения такого контроля, так и дополнительные затраты времени. Задача состоит в том, чтобы избежать избыточности контроля, не допустив в то же время его отсутствия на ответственных производственных этапах, и связать его с процессом профилактического обслуживания заводского оборудования.

Другой пример — постановка измерительного контроля на одном из заводов фирмы «Мицубиси дэнки», где, в частности, разрабатывается и выпускается электронное оборудование для радиолокационных станций и искусственных спутников [103, 1982, № 7, 378—381]. Основные мероприятия в этой области направлены здесь в первую очередь на непрерывное совершенствование методов измерительного контроля, контроля самих измерительных приборов, обучения персонала и др.

На заводе имеется свыше 30 тыс. различных приборов, из них около 17 тыс. предназначено для измерения электромагнитных величин, а остальные — для измерения механических и физических параметров. Отдел гарантии качества через свое бюро контроля измерений производит централизованный контроль этих приборов. В зависимости от типа, назначения прибора, условий его эксплуатации период между поверками может быть различным, обычно отыскивается оптимальный период исходя из опыта предыдущих поверок. Поверка точности приборов, встроенных в оборудование, производится на месте их установки.

Большое количество измерительных приборов естественно для завода с мелкосерийным многономенклатурным производством. Однако это требует проведения значительной работы по улучшению и рационализации служб, осуществляющих контроль указанных приборов. Основным мероприятием в данном направлении следует рассматривать автоматизацию ряда операций. За десятилетний период число приборов, применяемых на заводе, удвоилось, причем сами приборы усложнились, однако численность обслуживающего персонала удалось сохранить на прежнем уровне. Этому в определяющей степени способствовало внедрение электронно-вычислительной системы обработки данных, включающих в себя весьма обширную информацию о приборах — данные об их поступлении на завод и распределении по лабораториям и производственным участкам, планах поверок, результатах калибровок. Начав действовать еще в 1969 г., эта система приобрела весьма совершенный вид и обеспечила тщательность контроля и значительную экономию средств.

Прогрессивным и весьма эффективным средством стала автоматизация калибровки приборов, в первую очередь программируемых. Важную роль в обеспечении всех необходимых измерений, как известно, играют эталоны, также нуждающиеся в периодической поверке, которую осуществляют соответствующие лаборатории эталонов.

Повышение точности измерений и возможность измерять все большее количество параметров выпускаемой аппаратуры позволяют не только гарантировать ее высокое качество, но и наладить производство еще более современной аппаратуры, обладающей более важными эксплуатационными свойствами.

В немалой степени успехи японских фирм в обеспечении выпуска высококачественной продукции определяются совокупностью организационных принципов, регламентирующих взаимную ответственность предприятий, между которыми существуют хозяйственные связи. Что касается собственно содержания этих принципов, известных в Японии как «десять принципов контроля качества заказчиком и поставщиком», то в них, пожалуй, нельзя найти каких-либо «секретов» — констатируются, по существу, совершенно естественные и нормальные правила, регламентирующие взаимоотношения заказчика и исполнителя. В них

идет речь об ответственности обеих сторон за проведение надлежащего контроля качества, уважении взаимных прав, предоставлении необходимой информации о номенклатуре поставляемых изделий, их качестве, количестве и ценах, а также сроках поставки. Стороны взаимно руководствуются правилом об обязанности поставщика гарантировать качество изделия в соответствии с требованиями заказчика, а при необходимости предоставить необходимые данные, подтверждающие качество, причем метод его оценки должен удовлетворять обе стороны. Они также обязуются обмениваться информацией, необходимой для осуществления контроля качества обеими сторонами, и обеспечивать планомерность в функционировании служб снабжения, административного аппарата, производственных, складских и других подразделений. Заключительный принцип указывает, что заказчик и поставщик обязаны постоянно учитывать интересы конечного потребителя изделий.

Успехи в обеспечении высокого качества японской продукции объясняются, очевидно, не столько самим содержанием этих принципов, сколько их строгим соблюдением. И в первую очередь этому способствует то, что «человеческий фактор» — высокая квалификация персонала, деятельность «кружков качества», движение за бездефектную продукцию — подкрепляется и усиливается фактором материальным — развитием систем измерительного контроля, высоким уровнем технического обслуживания оборудования, все более широким внедрением автоматической производственной техники.

Прогресс робототехники и машиностроение

Промышленные роботы являются одним из главных видов трудосберегающей техники современного производства. Их использование резко расширило границы эффективного применения автоматизации в машиностроении. В области основных производственных операций они позволили приступить к гибкой автоматизации сварки, покраски, сборки, и притом при чрезвычайно высоком и стабильном качестве выполнения этих работ, зачастую недоступном для человека. Подлинный переворот роботы произвели в сфере вспомогательных операций, таких, как загрузка и разгрузка оборудования (металлорежущих станков, кузнечно-прессовых и литейных машин, поточных линий), смена инструмента, транспортировка и складирование материалов и деталей. Следует отметить, что заменить рабочего при осуществлении этих операций, какими бы простыми они ни казались, долгое время не представлялось возможным. Успех пришел лишь тогда, когда на стыке многих технических наук удалось материализовать идею механического аналога человеческой руки и создать так называемые автоматические манипуляторы, а затем решить и еще одну принципиально важную

задачу — сделать их перепрограммируемыми. Участие человека теперь нужно лишь на предварительном этапе, когда производится их настройка, программирование на определенный режим работы. В одних случаях это легко осуществляется со специального пульта управления, в других же требуется особая процедура «обучения», когда «руку» предварительно перемещают по той траектории, которую нужно «запомнить».

Кроме роботов, предназначенных для выполнения операций, типичных для обрабатывающей промышленности, создаются роботы и для целого ряда иных областей трудовой деятельности. Среди них роботы для атомной энергетики, выполняющие проверочные и контрольные операции — «осмотр» агрегатов и магистралей АЭС, а также производящие ремонт деталей и узлов, подвергшихся облучению. Конструируются первые образцы роботов, способных оказывать помощь хирургу при выполнении операции или терапевту при постановке диагноза и проведении различных процедур. По-видимому, роботы смогут производить послеоперационный уход за больными. Особую группу роботов, видимо, составят те, которые будут помощниками людей с поврежденными конечностями, а также лишенных зрения или слуха.

Большие перспективы имеют роботы для подводных работ. Среди их функций — работы на морском дне, отбор из воды тех или иных химических веществ, сооружение и демонтаж различных конструкций и др. Интерес вызывают и роботы для сельского хозяйства, способные по заданной программе выполнять операции во время сева и сбора урожая, вносить удобрения, распространять ядохимикаты и т. д. Проектируются экспериментальные роботы и для лесотехнических работ — как профилактических, так и чисто производственных (вырубка и разделка деревьев).

Уже в ближайшее время должны появиться роботы для строительной индустрии; они будут производить все необходимые операции с металлоконструкциями, монтировать и соединять их (клепкой, сваркой и др.), обеспечивать работы по герметизации стыков, наносить различные покрытия. Наконец, очень широкое применение найдут, по-видимому, роботы для перемещения грузов — как в промышленности, так и в сфере обслуживания. Можно было бы особо выделить и роботы для применения в быту. По характеру выполняемых функций они, видимо, будут близки к роботам медицинского применения («ассистирование») [115, 1982, № 36, с. 10—21].

К настоящему времени созданы многочисленные конструкции роботов. В зависимости от целого ряда технических особенностей их можно подразделить на несколько групп. Однако классификация роботов неоднозначна, в ее основе могут лежать разные принципы: способ программирования, система управления, тип привода, конструкция «руки».

Учитывая, что главные эксплуатационные свойства роботов

определяются способом программирования и системой управления, Японская ассоциация производителей промышленных роботов (Нихон сангёё роботто когёкай) пользуется следующей их классификацией: манипуляторы с ручным управлением, роботы с неизменяемой последовательностью перемещений, роботы с изменяемой последовательностью перемещений, «обучаемые» роботы, роботы с числовым программным управлением, «интеллектуальные» роботы.

Манипуляторы с ручным управлением, отнесенные к первой группе, являются эффективным средством механизации труда. Практически не отличающиеся от роботов по конструкции своей механической части, они постоянно фигурируют в японской статистике, характеризующей производство и применение роботов. В 1985 г. их доля в общем выпуске роботов составила 2,5% (по количеству), а средняя цена — 2,75 млн. иен.

Вторая и третья группы — это роботы с так называемым цикловым управлением. Среди них роботы с неизменяемой последовательностью перемещений (вторая группа) составляют наибольшую часть выпущенных в Японии роботов. Долгое время их доля была наибольшей и в ежегодном выпуске: в 1977 г. — 75%, в 1980 г. — 67, в 1981 г. — 59% (по количеству). В 1985 г. их цена в среднем составляла 2,3 млн. иен.

Роботы с неизменяемой последовательностью перемещений получили весьма широкое распространение не только в Японии, но и в других странах. Достаточно сказать, что на конец 1981 г. они составляли 85% мирового парка роботов, причем, если в Японии на них приходилось около 80%, то в США — 90, в ФРГ — 87, во Франции — 98% [138, 1982, № 7, с. 24]. В этих роботах отсутствует какое-либо развитое программирование. Величина перемещений рабочих органов, имеющих обычно пневматический привод, осуществляется «от упора до упора», переустановка этих упоров на новые места, по существу, и является перепрограммированием роботов. Последовательность движений «руки» и других звеньев заложена с самого начала в конструкцию деталей и систем, изменение этой последовательности требует серьезной механической перекомпоновки узлов и деталей, на что робот не рассчитан.

Хотя рабочий цикл этих роботов образуется совокупностью лишь нескольких элементарных перемещений, обеспечивающих решение довольно примитивной задачи «взять—перенести—положить», они сыграли и продолжают играть огромную роль в автоматизации производства. Именно благодаря им обеспечивается выполнение наиболее тяжелых, однообразных, вредных, а во многих случаях и опасных работ, например при операциях штамповки, термической обработки, литья под давлением, загрузки и разгрузки станков, транспортировки и подачи деталей и т. д.

Технологические возможности роботов с неизменяемой последовательностью перемещений ограничиваются сознательно: один

из важнейших принципов создания производственного оборудования — не допускать избыточности возможностей машин, обеспечивать степень их универсальности лишь в строгом соответствии с экономическими параметрами производства. В последние годы взгляд на техническую сущность роботов этой группы быстро меняется. Считается более правомерным не рассматривать их как роботы, а относить к классу автоматических машин, являющихся традиционным средством обслуживания вспомогательных операций и известных также под названием «автооператоры». Поэтому статистические данные о количестве выпускаемых и используемых роботов зачастую значительно различаются между собой; все зависит от того, включаются ли в них роботы указанной группы. Обычно, особенно в американской и европейской статистике, эти роботы (а также ручные манипуляторы) уже не учитываются.

Существенным развитием роботов этого типа является введение в их конструкцию электромеханических устройств, позволяющих путем набора соответствующих кодов на панели управления формировать конфигурацию управляющих электрических цепей. Таким образом при необходимости осуществляется быстрое перепрограммирование последовательности перемещений «руки». (Величина перемещений, как и прежде, задается местами установки упоров.) Такие роботы, образующие в японской классификации третью группу, в 1985 г. стоили в среднем 3,7 млн. иен. Основная сфера их использования — литейное производство, где в зависимости от особенностей технологии диапазон требуемых манипуляций довольно широк и приходится варьировать как величину перемещений, так и их последовательность.

Начиная с четвертой группы, возможности роботов резко расширяются. «Обучаемые» роботы, составляющие эту группу, а также роботы с ЧПУ (пятая группа) имеют высокоразвитую систему управления и могут выполнять весьма сложные производственные операции: электросварку (как точечную, так и дуговую), перемещающая сварочные клещи или электроды по надлежащей траектории вдоль поверхности изделия, высококачественную окраску деталей самой сложной конфигурации с помощью пульверизатора, перемещаемого «рукой» робота в соответствии с заданной программой, и др. Но, безусловно, важнейшим видом операций, которые начинают выполнять эти роботы, является механическая сборка изделий.

Осуществление столь сложных операций становится возможным лишь благодаря использованию в их системах управления последних достижений промышленной электроники, в том числе микро-ЭВМ и других видов микропроцессорной техники. Эти роботы имеют довольно высокую стоимость. Так, в 1985 г. средняя цена «обучаемого» робота была 6,3 млн. иен, а робота с ЧПУ — 9,1 млн. иен.

Особую группу роботов образуют «интеллектуальные» робо-

ты, способные к ориентации в производственной обстановке благодаря наличию у них сенсорных датчиков, а также высокоэффективных систем анализа и обобщения информации. С появлением таких роботов (шестая группа в японской классификации) значительно снижаются требования к предварительному программированию, поскольку необходимая информация вводится непосредственно в ходе выполнения производственных операций за счет обработки сигналов от датчиков. Согласно терминологии японских стандартов, «интеллектуальными» называются роботы, способные ориентировать свои действия на основе функций осязания и опознавания. Но этих функций недостаточно, чтобы можно было говорить действительно об искусственном интеллекте. Правильнее определять такие роботы в соответствии с обычно применяемой классификацией, например в зависимости от принципа управления, добавляя, что данный робот обладает также адаптивными свойствами. Для того чтобы робот можно было обоснованно отнести к разряду «интеллектуальных», нужен достаточно высокий уровень его «самоорганизации». Так, автор одного из фундаментальных обзоров, посвященного перспективам промышленных роботов, С. Одзакэ считает, что в Японии слишком упрощенно относятся к понятию «интеллектуальный» робот. Он замечает, в частности, что еще в конце 60-х годов существовали погрузочные роботы с микропереключателями, обладавшие отличными способностями к «самоорганизации» и адаптивности в рамках своего функционального назначения, однако тогда их не относили к «интеллектуальным». Более того, по мнению автора, при подготовке промышленных переписей действует система, в соответствии с которой изготовители сами определяют тип робота, в результате чего нередко отходят от его стандартного определения. Например, к «интеллектуальным» роботам совершенно необоснованно относят агрегаты для изготовления проволочных выводов интегральных схем [86, 1984, № 1, с. 13].

«Интеллектуальные» роботы в строгом значении этого термина должны реально обладать достаточно развитым искусственным интеллектом. Это должно находить свое выражение отнюдь не в способности приспосабливаться к обстановке и соответствующим образом организовывать свой рабочий процесс — в этом случае к «интеллектуальным» роботам будут отнесены все адаптивные роботы и, как уже отмечалось, многие другие, даже более простые. Они должны обладать способностью не только к адаптивности и «самоорганизации», но и к организации и оптимизации производственного процесса, хотя, естественно, в достаточно ограниченной сфере. Другими словами, мощность их электронно-вычислительных средств должна расходоваться не столько на то, чтобы обеспечивать приспособление к различным изменениям производственной среды (например, форме, типу, размеру, ориентации деталей), сколько на активизацию контроля этой среды, обеспечение более высокого

Выпуск промышленных роботов в Японии *, шт.

Тип робота	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.
Ручные манипуляторы	1 990	946	1 240	935	1 163	1 200
Роботы с неизменяемой последовательностью перемещений	13 333	12 923	8 674	11 032	12 659	13 200
Роботы с изменяемой последовательностью перемещений	1 393	2 478	4 212	4 457	4 690	6 300
«Обучаемые» роботы	1 990	3 928	6 690	7 873	11 039	14 400
Роботы с ЧПУ	199	1 138	1 982	3 947	7 620	10 500
«Интеллектуальные» роботы	995	638	1 984	2 300	3 752	2 900
Всего	19 900	22 051	24 782	30 544	40 923	48 500

* Составлено по [152, 1983, № 5, с. 15; 115, 1984, № 44, с. 65; 1985, № 48, с. 21; 72, 1986, № 136, с. 4].

уровня ее организации, сведение к минимуму или даже исключение различных отклонений, ухудшающих технико-экономические параметры производства. Таким образом, к данным о современном этапе производства «интеллектуальных» роботов в Японии (а также в других странах) следует относиться критически.

Как видно из табл. 10, число ежегодно выпускаемых роботов постоянно возрастает, что отражает современные тенденции автоматизации производства. Причем признаков «насыщения» производства роботами пока не наблюдается.

Исключительно быстро увеличивается выпуск роботов с ЧПУ: в 1981 г. их было произведено 1138 шт., почти в 6 раз больше, чем в 1980 г., а в 1985 г. — 10 500 шт. Следует отметить, что, хотя их цена весьма высока, достаточно велика и их эффективность. Исключительная простота смены программы позволяет быстро переналаживать на новый режим целые участки и цехи. Задание команд в числовом виде позволяет с исключительно высокой точностью (0,03—0,05 мм) осуществлять рабочие перемещения. Как известно, система числового программного управления чрезвычайно хорошо отработана и получила широкое распространение на производстве. Обслуживание этой системой не только станочного оборудования, но и роботов обеспечивает унификацию управления, делает производство более гибким. В конечном счете роботы с ЧПУ обладают возможностями выполнять работу быстрее человека и с более высоким качеством, а это ведет к значительному сокращению периода их окупаемости. Можно поэтому с достаточным основанием утверждать, что именно этот тип роботов имеет наиболее широкие перспективы применения, особенно с учетом успехов в области авто-

матизации программирования и снижения стоимости электронных узлов и компонентов.

Результаты, которые дает использование роботов, заметны даже при самом общем взгляде на случаи их конкретного применения. Например, при изготовлении корпуса клапана двигателя (масса корпуса — около 25 кг) работа, которая ранее выполнялась тремя рабочими в две смены, при использовании робота «Кавасаки юнимейт 2030» делается одним оператором за одну смену. Робот перемещается по рельсам и производит загрузку и разгрузку нескольких станков, проверяя также размеры деталей по окончании каждого этапа обработки (точения, сверления, фрезерования и др.).

Один из роботов фирмы «Комацу», встроенный в конвейерную систему, производит сборку гусеничных звеньев, манипулируя деталями массой до 100 кг. В этом случае количество рабочих, занятых на каждой линии, сокращается на два человека.

Робот фирмы «Тосиба сэйки», работая совместно с устройством распознавания годных и дефектных полупроводниковых кристаллов, передает годные кристаллы на следующую производственную позицию. Такая система выполняет объем работы, который ранее вручную делали шесть рабочих.

Один из роботов фирмы «Ясукава дэнки» сваривает детали сложной формы. Для сварки кронштейнов массой около 1,5 кг при нормах выпуска 25 тыс. шт. в месяц требовалось 18 высококвалифицированных сварщиков. Благодаря применению четырех роботов стало достаточно четырех сварщиков высокой квалификации.

Кроме того, прямым результатом роботизации является рост объема производства. Так, например, при использовании робота для обслуживания станка, производящего шлифовку коленчатого вала автомобиля, время простоя станка сокращается на треть. На заводе фирмы «Фанук» роботы производят загрузку и разгрузку станков с ЧПУ, на которых обрабатываются детали массой до 16 кг. Здесь за счет круглосуточной работы этих систем достигается трехкратное возрастание объема производства [18, с. 344—347, 356—357, 422—423, 476—477, 612—613].

Резко увеличивает производительность применение роботов на прессах (в ряде случаев в 5 раз), сборочных линиях, на операциях термообработки и покраски, в системах литья под давлением и др. Это связано с возможностями робота функционировать в весьма высоком ритме, и притом непрерывно, что совершенно неприемлемо для человека. Роботизация ведет также к повышению качества продукции.

К числу важнейших стимулов, способствующих распространению промышленных роботов, относится их довольно быстрая окупаемость. С 1970 по 1978 г. затраты на рабочую силу в Японии увеличились втрое, тогда как средняя цена роботов возросла за этот период только на 13%, а «обучаемые» роботы даже

несколько подешевели. И в последующий период, с 1981 по 1985 г., цена на этот тип роботов снизилась — в среднем с 8,5 млн. до 6,3 млн. иен, а роботов с ЧПУ — с 14,1 млн. до 9,1 млн. иен (что объясняется довольно большим сокращением цен на электронные компоненты). В результате отношение цены робота к годовым затратам на рабочую силу быстро уменьшается. Так, с 1970 по 1978 г. данное отношение (для всех типов роботов в целом) снизилось с 4,6 до 1,7. Если иметь в виду только «обучаемые» роботы, то это отношение, естественно, выше, но оно тоже быстро снижается (в 1970 г. — 12,1, в 1975 г. — 4,8, а в 1980 г. — 3,7). Это, по существу, означает, что при двухсменном использовании «обучаемый» робот окупается примерно за 1,5 года [122, 16.06.1983; 152, 1983, № 5, с. 17].

Одно из важнейших достоинств роботизированного производства — его повышенная гибкость, причем значение этого фактора возрастает очень быстро, становясь в машиностроительном производстве определяющим. Как известно, в области производственной техники постоянно сосуществуют две конкурирующие тенденции — к универсализации, с одной стороны, и к специализации — с другой. Наличие универсального оборудования позволяет переходить на выпуск новых (или обновленных) типов продукции при минимальной перестройке производства. Специализированное оборудование дешевле и, как правило, производительнее, но переход на новую продукцию требует практически полной его замены — возникают большие расходы на его демонтаж, приобретение и установку нового оборудования. Эта проблема усугубляется, когда речь идет об автоматическом оборудовании, в котором принципы специализации воплощаются особенно сильно и которое с учетом его установки и отладки является весьма дорогостоящим. Будучи прогрессивным в силу осуществляемой им автоматизации труда, оно оказывается и весьма консервативным, сдерживающим переход производства на выпуск новых видов продукции, тормозит реализацию достижений научно-технического прогресса. Роботы же представляют как раз один из видов автоматического производственного оборудования, которое лишено этого серьезного недостатка.

Техническая идея гибкости заложена в самом принципе действия робота — в универсальности механической системы, способности выполнять пространственные манипуляции в исключительно широком диапазоне. Так, изменив программу работы сварочного робота, можно немедленно приступить к сварке деталей совершенно иной конфигурации, будь то рама мотоцикла, бак автомобиля, кожух или крыльчатка воздуходувки, корпус электродвигателя и т. д. Разумеется, определенная пропорция между специализированностью и универсальностью присутствует и здесь: робот любого типа имеет несколько моделей или модификаций сообразно с весом деталей, требуемой точностью, размерами рабочего пространства и т. п. Однако, не будучи абсолютной, универсальность робота достаточна для решения

основных задач гибкого производства. В ряде случаев он является многоцелевым; например, японский робот «Аида А-1» обеспечивает загрузку и разгрузку штампов, но может также производить штабелирование различных предметов массой до 3 кг или осуществлять некоторые сборочные операции, где точность повторения движений 0,25 мм оказывается достаточной. Он может выполнять точечную или роликовую сварку. Широкие эксплуатационные возможности делают подобные роботы эффективным средством повышения мобильности предприятий в условиях, когда может потребоваться даже полная смена их профиля деятельности.

Принципиальная готовность роботов к быстрой перенастройке проявляется не только при переходе на новый вид продукции или на новую модель изделия, но и при одновременном выпуске нескольких изделий. Например, на японских заводах на одном и том же конвейере роботы осуществляют точечную сварку кузовов автомобилей различных моделей благодаря тому, что производится моментальное переключение робота на программу, соответствующую подошедшей модели, а широкие манипуляционные возможности робота легко обеспечивают реализацию этой программы: электроды движутся уже по новой траектории и накладывают сварные точки на новых местах.

В мелкосерийном многономенклатурном производстве возможности роботов становятся решающими, позволяя, с одной стороны, существенно сократить количество специального оборудования (в этих условиях малорентабельного), а с другой — значительно уменьшить численность рабочих высокой квалификации, необходимых для такого производства.

Реализуемые с помощью промышленных роботов преимущества, как известно, привлекли внимание автомобилестроителей Японии, а также предпринимателей электронной и электротехнической промышленности. Во второй половине 70-х — первой половине 80-х годов в эти отрасли поступало более половины всех изготовлявшихся в Японии промышленных роботов (в стоимостном выражении): в 1976 г. — 51%, в 1977 г. — 57, в 1978 г. — 63, в 1979 г. — 56, в 1980 г. — 65, в 1981 г. — 62, в 1983 г. — 52%. Затраты указанных отраслей на приобретение роботов ежегодно возрастают: в 1980 г. — 51 млрд. иен, в 1981 г. — 66,8 млрд., в 1983 г. — 95,4 млрд. иен. Начиная с 1980 г. по доле в стоимостном объеме закупок роботов электронная и электротехническая промышленность опередили автомобильную (их совокупная доля равнялась в 1980 г. 36%, в 1981 г. — 32, в 1983 г. — 32%). Это опережение распространилось и на число приобретенных роботов; так, в 1983 г. в автомобилестроение поступило 4785 роботов (из них 4% приходилось на наиболее дорогие роботы — с ЧПУ и «интеллектуальные»), тогда как в электронную и электротехническую промышленность — 6671, из которых 50,2% составили роботы с ЧПУ и «интеллектуальные», необходимые при производстве полупро-

водниковых электронных компонентов. Парк роботов автомобилестроения в основном формируется за счет самых дешевых роботов с цикловым управлением и средних по стоимости «обучаемых» роботов [115, 1984, № 44, с. 65; 143, 1982, № 50, с. 10].

Определенное распространение роботы получили и в некоторых других отраслях — в производстве пластмасс и продуктов из них, в металлообработке, точном машиностроении, металлургии (в 1980 г. доля закупленных ими роботов в стоимостном объеме выпуска последних составила лишь 25%). Что же касается всех остальных отраслей, то они в 1980 г. довольствовались скромной долей в 10%. Такая ситуация обусловлена целым рядом причин, среди которых прежде всего нужно назвать технические проблемы внедрения и достаточно высокую стоимость роботов.

Актуальны все еще и вопросы надежности роботов, хотя она постоянно возрастает и простои, связанные с отказами роботов, уменьшаются. Так, средняя наработка на отказ, составлявшая в 1974 г. для «обучаемых» роботов около 800 часов, достигла в начале 80-х годов 2 тыс. часов [71, с. 189].

Как отмечалось выше, в Японии ощущается острый дефицит рабочих определенных специальностей, в частности сварщиков (их дефицит определяется в 30 тыс. человек). Поэтому вполне понятен тот интерес, который проявляется здесь к созданию и использованию сварочных роботов. Следует отметить, что японское роботостроение добилось в этой области довольно больших успехов.

Основным изготовителем роботов для точечной сварки является фирма «Кавасаки дзюкогё»: на ее предприятия приходится около 90% их выпуска. В начале 80-х годов темпы роста спроса на роботы для точечной сварки замедлились, но фирма, обладая уже значительным опытом в области роботостроения, приступила к разработке робота для дуговой сварки и к 1982 г. создала проект такого робота, снабженного телевизионными средствами «технического зрения» (проект выполнялся совместно с американской фирмой «Юнимейшн»). Спрос на роботы для дуговой сварки наблюдается преимущественно со стороны мелких и средних фирм, поэтому «Кавасаки дзюкогё» стремится к формированию высокоэффективной разветвленной сети сбыта таких роботов.

Другим крупным производителем сварочных роботов является компания «Ясукава дэнки». Главным потребителем ее роботов является автомобильная промышленность. Детали автомобилей имеют достаточно сложную конфигурацию, в связи с чем использование «зрительных датчиков» с телевизионными системами здесь весьма затруднительно. Поэтому фирма пошла по другому пути, выйдя в 1982 г. на рынок роботов для дуговой сварки с новинкой, которую относят к «интеллектуальным» роботам. Перемещая сварочный электрод вдоль стыка соединяемых деталей, робот качает электрод в направлении, попе-

речном к стыку. По величине тока в цепи «деталь—электрод» определяется положение электрода относительно стыка. Такой робот может производить сварку деталей средней толщины (от 4,5 мм), разрабатывается робот с аналогичным принципом действия для сварки более тонких материалов.

В ряду фирм — производителей сварочных роботов особое место занимает «Синмэйва когё», которая приступила к их выпуску раньше многих других японских компаний, разработав ряд оригинальных моделей еще в 1975 г. Кроме роботов для электродуговой сварки (как правило, крупногабаритных) она изготавливает роботы для плазменной резки, обслуживания прессов и пескоструйных аппаратов. Фирма активно работает над повышением быстродействия роботов, совершенствованием сенсорных устройств, очень большое внимание уделяет вопросам сбыта и гарантийного обслуживания.

С середины 70-х годов разработки в области робототехники начала компания «Комацу сэйсакусё». В условиях, когда спрос на строительные машины — основную продукцию «Комацу сэйсакусё» — уменьшился, фирма связывает с выпуском роботов надежды на поддержание высокой производственной активности.

Немалый опыт в области изготовления роботов для точечной и дуговой сварки, а также покрасочных роботов приобрела «Мицубиси дзюкогё». Она имеет соглашения о сотрудничестве со многими зарубежными фирмами, предоставляя им техническую документацию по производству и использованию роботов. Большую популярность приобрели роботы компании «Хитати сэйсакусё». Среди них, в частности, робот с датчиками тока дуги «Mr. Agos» и многоцелевой робот марки «Hitachi Process Robot». Большой спрос возник и на покрасочные роботы этой фирмы, особенно со стороны автомобильной промышленности. Фирма работает над совершенствованием методов ввода информации с помощью средств ЧПУ, систем группового управления роботами, сенсорных устройств.

Компания «Мицубиси дэнки» приступила к выпуску сварочных роботов намного позже других фирм. Но сварочные роботы фирмы обладают весьма высокими техническими данными, а планы развертывания их производства предусматривают, что в середине 80-х годов на долю фирмы будет приходиться 20% всех изготавливаемых в Японии сварочных роботов. Разрабатывает она и роботы, обслуживающие процессы сборки полупроводниковых приборов, а также для контроля качества деталей.

Фирма «Нати Фудзикоси» начала работу в области роботостроения еще в 1969 г. Осуществив весьма широкий круг исследований и разработок, она создала в результате серию роботов «Юниман», включающую роботы для дуговой и точечной сварки, покраски изделий, транспортировки заготовок и деталей, построенные на базе многозвенных манипуляторов с приводами от электродвигателей. Фирма более, чем другие изготовители роботов, ориентируется на расширение их экспорта.

В начале 80-х годов 50% выпускаемых ею роботов направлялось на западноевропейские рынки, причем одновременно изучались возможности их сбыта в США, где интерес к роботам с приводом от электродвигателей весьма высок.

Компания «Исикавадзима — Харима дзюкогё» разработала свой первый промышленный робот еще в 1968 г., но ввиду отсутствия в тот период интереса промышленности к использованию роботов приостановила их проектирование и выпуск. Вместе с тем фирма непрерывно работала над системами приводов и других компонентов роботов, и этот опыт был использован ею при создании сварочного робота, выпуск которого начался в 1982 г. Робот представляет собой модульную конструкцию с многозвенным манипулятором, управляемую от микро-ЭВМ. Он обладает малыми габаритами и массой (около 80 кг), приспособлен для использования в настенном варианте.

Фирма «Кобэ сэйко», являющаяся крупнейшим в Японии изготовителем материалов для сварочных процессов, осуществляет, хотя и в ограниченных масштабах, выпуск роботов для дуговой сварки типа «Аркман». Однако она расширяет производство сварочных роботов, причем с самыми совершенными системами управления, например обеспечивающих отслеживание стыка при сварке деталей самой различной конфигурации и независимо от формы разделки кромок в стыке. Разрабатываются устройства, определяющие дефектные участки сварного шва, строятся алгоритмы, обеспечивающие оптимизацию процесса сварки, и др.

Наряду с названными выше крупными фирмами существует довольно большое число менее известных компаний, также включающих сварочные роботы в основную номенклатуру своего производства. Так, фирмы «Дайкин когё» и «Сумикин ёсэ-цубо» разработали робот, обеспечивающий приварку ответвлений к трубопроводам с использованием несложной сенсорной системы отслеживания стыка. Ряд фирм выпускает роботы для точечной сварки: «Осака дэнки», «Тосиба сэйки», «Дэнгэнся», «Дайнити кико» и др. [91, 1982, № 1, с. 32—37].

Главная проблема роботизации на ее нынешнем этапе — организация оптимального взаимодействия производственного оборудования с роботами, создание эффективных робототехнических комплексов. Как правило, требуется и переобучение персонала. Учитывая отсутствие опыта в использовании робототехники и определенный консерватизм своих потенциальных клиентов, стремясь также к преодолению влияния конкурентов, выпускающих иные виды автоматического оборудования, японские фирмы — производители роботов стараются работать в тесном контакте со своими заказчиками, приспособливать роботы к условиям конкретного потребителя. Широко развита система предоставления роботов в аренду, существуют льготы, связанные с ускоренной амортизацией установленных роботов.

Для дальнейшей роботизации производства, по мнению

японских ученых, принципиально важно уяснить, является ли робот своего рода механическим «эквивалентом» рабочего, или это сложный механизм с совершенно новыми функциональными возможностями. В настоящее время постепенно верх берет вторая точка зрения. Вначале роботы вписывались в рабочее пространство вокруг оборудования, укладываясь в границы, определенные для заменяемых ими людей. Налицо была замена человека роботом без каких-либо изменений в расположении оборудования. Однако оказалось, что конструкция робота и особенности движения звеньев его «руки» требуют проектировать рабочее пространство для роботов иначе, чем для человека.

Особенно очевидным это стало, когда в целях значительного повышения производительности роботов начали увеличивать их размеры (например, у покрасочных роботов — длину «руки»), в результате чего расширились площадь опоры робота и пространство, в котором происходит перемещение «руки». В связи с этим не без основания возникло мнение, что такие роботы не подойдут для покрасочных цехов, спроектированных для ручного труда. Таким образом, чтобы реализовать достоинства роботов в максимальной степени, в целом ряде случаев требуется серьезная перепланировка цехов.

Кроме того, оказалось, что и инструмент, которым манипулируют роботы, вовсе не обязательно должен быть таким же, которым обычно работают люди, — его вес может быть во много раз больше, а места, где он может применяться, могут быть даже недоступны для обычного оператора.

Опыт внедрения роботов на японских машиностроительных фирмах показал, что сами по себе приобретение и установка промышленных роботов не обеспечивают роста производительности труда и не оказывают заметного влияния на сокращение численности персонала. Чтобы добиться здесь реальных сдвигов, необходимо обязательно перепланировать технологический процесс: по-новому организовать обрабатывающие и транспортные операции, внести изменения в технику использования инструмента, приспособлений, оснастки и т. д.

Очень важно, что при этом должна быть создана не просто автоматизированная система, способная заменить человека при производстве какого-то определенного изделия, а система, легко перенастраиваемая на выпуск целого ряда других изделий, притом из различных материалов. Другими словами, она должна сохранить гибкость и мобильность исходной системы, в которую ранее входил человек-оператор.

По мнению одного из весьма авторитетных специалистов в области роботостроения, проф. С. Кигами, внедрение на производстве одного-двух роботов не дает сколь-либо ощутимого эффекта. Роботизация производства должна иметь достаточно крупные масштабы, но в этом случае недопустимы грубые ошибки и просчеты и требуется серьезная подготовка к проведению этого мероприятия. Являясь ведущим техническим специалистом

на фирме «Кёрицу эндзинирингу» по вопросам проектирования и применения промышленных роботов, С. Кигами приобрел большой опыт в этой области и сформулировал основные правила, которыми, по его мнению, следует руководствоваться при проведении роботизации [98, 1982, № 6, с. 118—124].

В первую очередь должен быть выполнен экономический анализ внедрения роботов, а также спланирована перестройка трудовых процессов, выявлены потребности в обучении и тренировке персонала в связи с предстоящей работой на роботизированных комплексах оборудования или переводом на другие рабочие места.

Следующий вид подготовительных работ — планирование конкретных изменений, которые потребуются произвести в составе персонала и производственном оборудовании, согласовав этот вопрос с проектными, строительными и планирующими службами.

Далее необходимо, чтобы к использованию новой производственной системы подготовились работники, ответственные за ремонт оборудования, а также специалисты по технике безопасности.

Весьма важно учитывать, что после внедрения роботов придется осуществлять работы по их регулярному и тщательному обслуживанию, наладке элементов механической части и электронного оборудования, систем защиты персонала (при выходе из строя тех или иных компонентов) и др. Только в этом случае может быть гарантировано повышение эффективности производства, и также высокое и стабильное качество продукции. Поэтому с самого начала нужно осознать, что внедрение роботов требует и радикального перераспределения функций персонала, и строгого выполнения новых функций.

Важнейшей задачей является подготовка сотрудников, способных к решению комплексных проблем роботизации производства. Это проблемы принципиально новые, и активное овладение способами их решения должно строиться на тщательно разработанной методической основе. Нельзя упустить из виду и то, что в зависимости от конкретных параметров роботизируемых производственных комплексов следует внести соответствующие изменения в конструкцию выпускаемых изделий, т. е. последние должны быть специально приспособлены для изготовления с применением роботов. В противном случае возникнет необходимость в чрезмерном усложнении производственного оборудования, включая сами роботы.

Представляют интерес некоторые организационно-технические принципы оптимального выбора роботов, рекомендуемые проф. Кигами. Основываясь на инженерном подходе, они в то же время строго нацелены на максимальную экономию средств при внедрении роботов. Так, в первую очередь предлагается детально изучить траектории движений, обеспечивающих выполнение операций, и определить для этих условий минимально

возможное число осей управлений. Это позволит выбрать более простую и экономичную схему робота и системы управления. Следующий шаг — попытка использовать робот, собираемый из отдельных модулей (блоков). Последовательным наращиванием числа модулей достигается конструкция робота со все возрастающим числом осей управления.

Как уже отмечалось, проблема обеспечения безопасных условий работы персонала роботизированных комплексов по мере расширения парка роботов становится все более актуальной. Хотя известно, что на ряде японских предприятий имели место несчастные случаи, связанные с применением роботов, их анализ затруднен из-за отсутствия необходимой информации. Вместе с тем даже из самых общих соображений ясно, что основная опасность — это попадание в зону, где происходит перемещение «руки» робота или, говоря более строго, где это перемещение принципиально возможно². Это важно иметь в виду, потому что отказы в системе управления или ложные сигналы, поступающие в нее вследствие различных помех (например, электрических разрядов, электромагнитных полей и др.), могут быть преобразованы в команды, управляющие движением «руки». В результате последняя может резко изменить свое положение и переместиться практически в любую точку пространства, куда позволят конструкция и размеры механических звеньев робота. Поэтому главным принципом, который постоянно подчеркивают японские специалисты, является абсолютный запрет на вхождение в зону действия робота.

Рекомендуется четко обозначать опасную зону различными наглядными средствами, устанавливать защитные ограждения, а также средства блокировки, выключающие робот, как только кто-либо оказывается внутри ограждения. Вместе с тем существуют такие виды работ, когда человек длительное время находится непосредственно около робота и, следовательно, подвергается опасности быть травмированным. Таковы, например, процессы «обучения» многих сварочных или окрасочных роботов, когда оператор должен непосредственно перемещать «руку» робота по нужной траектории, которую робот тем временем «запоминает». По мнению японских специалистов, правила техники безопасности по использованию промышленных роботов следует разрабатывать не только на базе уже существующего практического опыта, но и путем детального анализа, в том числе с помощью специальных экспериментов, позволяющих выявить все реально возможные опасные условия. В результате должны быть подготовлены соответствующие документы, вплоть до стандартов.

Как известно, для современного этапа развития робототехники характерен переход к широкому применению роботов «второго поколения», т. е. адаптивных, способных к учету отдельных изменений в производственной обстановке и внесению соответствующей коррекции в свою работу. Японские производ-

ственники, уже имеющие определенный опыт эксплуатации таких роботов, отмечают, что переход к их широкому использованию — это, по существу, основная предпосылка к переходу от частичной автоматизации, когда поблизости работают люди, занятые или по крайней мере способные осуществлять различные формы контроля, к полной автоматизации (если не в масштабах целого предприятия, то на уровне его довольно крупных подразделений). В результате резко возрастают требования к надежности всех элементов производственного оборудования и особенно самих роботов, которые ввиду своей технической сложности относятся к потенциально наиболее уязвимым видам оборудования. Поэтому одна из важнейших рекомендаций японских специалистов относительно мер по расширению автоматизации состоит в том, что необходимо существенно улучшить работу производственно-технического отдела предприятия. Его функции должны быть подняты на принципиально новый уровень, поскольку серьезно увеличивается объем профилактических операций, осуществляемых также главным образом автоматическими средствами, что требует поддержания высокой надежности их работы. Кроме того, приобретает новые черты система управления качеством выпускаемой продукции: в принципе оно становится более высоким и стабильным, но в случае сбоев в работе автоматики, при отказе некоторых ее элементов неизбежны специфические отклонения в уровне качества, причем зачастую недопустимые. Нужно так изменить работу соответствующих служб, чтобы достигалась чрезвычайно высокая оперативность их работы, так как самые незначительные простои высокопроизводительных роботизированных комплексов приводят к ощутимому снижению выпуска продукции.

Изложенное свидетельствует о необходимости большой научно-организационной работы в области практических проблем роботизации, в которой бы сочетались и широта подхода, и научная глубина анализа. В Японии одним из важнейших мероприятий на этом направлении стала организация в январе 1983 г. Всеяпонского робототехнического научного общества (Нихон роботто гаккай). Его основные задачи: во-первых, налаживание обмена информацией между научными и инженерно-техническими работниками, занятыми роботостроением, и, во-вторых, определение направлений научно-технического развития робототехники [115, 1983, № 37, с. 13]. Общество включает в себя не только технических специалистов, но и экономистов, социологов и психологов, с тем чтобы обеспечить учет и технических, и производственных, и психологических факторов.

Ко времени создания общества в течение десяти лет основное содействие развитию робототехники осуществляла Японская ассоциация производителей промышленных роботов, объединяющая производителей и главных потребителей робототехнического оборудования. Эта ассоциация всячески способствует дея-

тельности Всеяпонского робототехнического научного общества, в частности оказала финансовую помощь для оплаты административных расходов, помогла расширить контингент его участников — как фирм, так и индивидуальных членов.

Представляют определенный интерес идейно-методические посылки к созданию Всеяпонского робототехнического научного общества. Япония, как известно, к началу 80-х годов твердо заняла передовые позиции в области роботостроения: создавались новые типы роботов, расширялось их применение, японские роботы начали широко экспортироваться за рубеж. Следует, однако, отдать должное японским специалистам: они верно поняли, что рост масштабов роботизации ставит и будет ставить на повестку дня все новые и все более сложные проблемы. Поэтому, чем точнее будет координация предстоящих работ, а их предварительное обсуждение глубже и разностороннее, тем менее значительными будут издержки и промахи в ходе крупномасштабной роботизации производства Японии и всей ее инфраструктуры, куда все активнее проникают роботы.

В преамбуле к материалам, обосновывающим необходимость создания Всеяпонского робототехнического научного общества, в первую очередь были сформулированы следующие четыре позиции, обобщающие основные проблемы роботостроения в Японии. Во-первых, роботостроение затрагивает чрезвычайно широкий комплекс вопросов, начиная с устройства механизмов и приводов, а также теории управления и кончая вопросами трудовых и интеллектуальных возможностей человека. Однако эти вопросы решаются в рамках самостоятельных дисциплин, и их согласование довольно затруднено, особенно в организационно-технической сфере. Например, весьма редко отмечались практические контакты Ассоциации точного машиностроения и Ассоциации по обработке информации. Во-вторых, в связи с тем что уже в ближайшем будущем ожидается применение роботов в конторской деятельности и во многих других сферах, важное значение приобретают исследования целого ряда психологических, социальных и экономических аспектов, в отношении которых один лишь инженерно-технический подход малоэффективен и требуется самый широкий междисциплинарный подход. В-третьих, необходимо улучшить организацию массовой информации о роботах, обеспечить ее достоверность. Периодическая печать, радио, телевидение и т. д. зачастую дают либо неточные, либо просто ошибочные сведения. Это наносит ущерб правильному восприятию основных идей робототехники, ее перспектив и возможностей, целей и задач. В-четвертых, большое значение на современном этапе развития робототехники приобретает обсуждение ее проблем на международном уровне, тесное взаимодействие различных направлений, притом по возможно более широкому кругу вопросов.

Как видно из сказанного, японские специалисты считают необходимым «нетрадиционный» и самый широкий междисципли-

линейный подход к дальнейшему развитию роботизации, а также максимальное использование для этих целей научного, интеллектуального потенциала, которым располагают Япония и другие страны.

С момента образования Всеяпонского робототехнического научного общества были приняты меры к тому, чтобы исключить персональный или групповой «колорит», возникающий обычно тогда, когда общество формируется как кружок, расширяющийся вокруг некоторого ядра, представленного определенным лицом или группой лиц. В противном случае, по мысли его устроителей, могли бы возобладать позиции каких-либо школ, что объективно препятствовало бы свободному развитию «нестандартных» взглядов и направлений. В связи с этим было также признано целесообразным отказаться от обычно принятой схемы, когда во главе общества стоит его президент. Планирование работы общества было решено осуществлять совместно всеми его членами, добиваясь общего согласия по всем вопросам деятельности общества. Таким образом, очевидно стремление организаторов к созданию общественной организации, обладающей максимальной мобильностью в постановке и обсуждении вопросов робототехники.

Тенденции процессов роботизации изучаются в Японии и на основе подведения их реальных итогов, анализа конкретных результатов, являющихся естественной отправной точкой как для прогнозирования, так и для выработки очередных шагов в развертывании научно-технической и производственной политики. Так, в течение двух лет, с 1982 по 1984 г., учрежденный МВТП Комитет по изучению тенденций внедрения роботов (Роботто сангё доко тёса инкай) проводил специальные исследования, главная задача которых состояла в определении основных факторов экономического и социального влияния промышленных роботов на японское общество [115, 1984, № 41, с. 4—6]. В материалах доклада о результатах этих исследований нашли отражение вопросы, связанные с обстоятельствами распространения роботов в различных отраслях экономики и перспективами их количественного роста, а также с влиянием промышленных роботов на условия труда. Был также сделан небезынтесный вывод о стимулирующем влиянии роботов на развитие новых видов техники и технологии.

Оценивая экономические результаты внедрения промышленных роботов, авторы доклада обращают внимание на ряд положительных факторов: рост производительности труда, улучшение качества продукции, возможность эффективного осуществления мелкосерийного многономенклатурного производства. Первый этап распространения промышленных роботов — это их внедрение в обрабатывающую промышленность. Именно здесь и сосредоточена основная информация о последствиях роботизации и ее дальнейших путях. Однако, по мнению составителей доклада, в будущем роботы проникнут практически во

все области хозяйственной деятельности. Этот вывод, естественно, не вызывает никаких сомнений, поскольку главная техническая функция роботов — транспортирование и манипулирование, т. е. операции, которыми насыщены почти все области практической деятельности человека.

Вместе с тем, даже ограничиваясь в прогнозах распространения роботов только их применением в обрабатывающей промышленности, авторы доклада отмечают, что их численность возрастет к 1990 г. до 540 тыс. шт. (по сравнению с 75,1 тыс. шт. в 1980 г.). Ведущей производственной тенденцией, которая обеспечивает столь высокие темпы роста (в среднем 21,8% в период 80-х годов), является потребность, испытываемая в роботах современным машиностроительным производством, переориентирующимся на гибкие средства автоматизации. Как говорилось выше, японская статистика включает в категорию роботов роботы с цикловым управлением и манипуляторы с ручным управлением. Если их исключить из рассмотрения, то окажется, что увеличение парка роботов, ожидаемое в период с 1980 по 1990 г., будет еще более значительным — 38,4%.

Социальные аспекты развития новой производственной техники и технологии

В результате непрерывного совершенствования производственной технологии, все более широкого распространения автоматического и полуавтоматического оборудования, использующего современную электронную технику, в содержании трудовых процессов происходят крупные, необратимые изменения. Весьма убедительным свидетельством этого являются, например, данные министерства труда Японии о том, что примерно 70% технологических процессов, в которых стала применяться микрoeлектронная аппаратура, потребовало нового подхода к их обслуживанию, так как содержание операций, их число и последовательность претерпели большие изменения [112, 1983, № 12, с. 65].

В ходе одного из обследований японских предприятий, выпускающих аппаратуру связи, были произведены конкретные сопоставления прежних, долгое время не менявшихся видов работ и новых, пришедших им на смену [64, с. 44]. Результаты обследования привели к следующим выводам. Раньше основными видами работ в области механической обработки, которые выполнялись квалифицированными специалистами, были станочные работы — токарные, фрезерные, шлифовальные и др. Много было видов ручных и механизированных работ по обработке листовых материалов, а также отделочных операций. Теперь значительная часть этих работ выполняется по новым технологиям и на совсем другом оборудовании. Поскольку появи-

лись исключительно мелкие и особо точные детали, конструкция станков изменилась настолько, что даже опытные станочники не сразу могут уяснить, что новые станки — это преимущественно не что иное, как модификации хорошо известных им станков. Сильно изменилась и технология обработки листовых материалов; например, дыропробивные прессы теперь управляются электронно-вычислительными устройствами; сварка осуществляется с использованием электронной и лазерной технологии; широко применяются роботы. При сборке приборов монтаж отдельных электронных компонентов в печатных платах производится автоматами. Раньше был широко распространен труд женщин-операторов, которые припаивали под микроскопом выводы к интегральным схемам. Теперь эта обязанность также возложена на автоматы. Регулировка аппаратуры производится с помощью совершенно новых видов техники, в частности лазерной. Существенно уменьшилась роль непосредственного визуального контроля, например, качества пайки и сварки, с этой целью применяются специальные приборы.

Таким образом, непрерывно снижается потребность в специалистах, обладающих «традиционным» техническим мастерством как основой для выполнения сложных операций, и все больше растет спрос на специалистов, которые способны работать с автоматизированным оборудованием, снабженным электронными устройствами. При этом от них нередко требуются знания такого объема, чтобы при необходимости они могли налаживать и регулировать эти устройства, устранять возникающие неполадки. Наконец, поскольку почти вся электронная техника работает по тем или иным введенным в нее программам, во многих случаях нужно хорошо разбираться в вопросах программного обеспечения. Другими словами, без овладения работниками современного производства новыми техническими специальностями становится невозможным его дальнейший прогресс. Решение этой проблемы усматривается в Японии на путях совершенствования методов внутрифирменного профессионального обучения. Так, на 60% из 5930 обследованных предприятий, внедривших микроэлектронную технику, были организованы различные курсы повышения квалификации [112, 1983, № 12, с. 66].

Особой проблемой, связанной с развитием новых производственных систем, является то, что в содержании труда наблюдается и противоположная тенденция: оно может быть и весьма простым, не требующим специальной подготовки. Вот пример предприятия, производящего детали для строительных машин, на котором установлено 11 станков с ЧПУ (в их числе есть и обрабатывающие центры) и где работает 50 человек. Его владелец утверждает, что работать на этих станках можно без всякой подготовки, а потому к ним приставляют рабочих среднего и пожилого возраста, и те вполне справляются с работой [64, с. 46].

Действительно, системы ЧПУ, реализуя соответствующие программы, позволяют решать весь комплекс задач, выполнявшихся раньше квалифицированным рабочим. Они обеспечивают управление процессом резания: измеряя мощность, расходуемую на резание, автоматически определяют величину подачи (перемещения режущего инструмента за один оборот шпинделя), контролируют размеры обрабатываемой детали и т. д. В итоге и производительность и качество выходят на уровень, недостижимый при ручном управлении. Создается ситуация, когда происходит реальное обесценивание профессионального мастерства рабочего-станочника. Это способствует развитию представления о том, что в перспективе станут бесполезными с трудом приобретенные практические навыки, а также профессиональная интуиция, познавательные способности и другие качества, составляющие мастерство, а сфера использования высокопрофессиональных специалистов сузится [99, 1981, № 4, с. 119—127].

Об аналогичной ситуации свидетельствует и квалифицированный рабочий электротехнического предприятия с числом занятых 25 человек, имеющий 35-летний стаж работы: «Нынешнее время называют эпохой роботов, и большинство лиц пожилого возраста очень обеспокоено этим. Возможно, я старомоден, но мне больше нравятся старые времена, когда зрелого человека называли „мастером“ и, чтобы стать им, люди работали над собой всю жизнь. Современная молодежь перестала шлифовать свои навыки и бороться за первенство в мастерстве. Непрерывно появляются великолепные машины, и, чтобы они работали, достаточно нажатия одной кнопки. Молодые люди выглядят при этом пешками. Так ли все это хорошо?» [64, с. 47].

Важно, конечно, отметить, что производственные функции рабочих, даже работающих на однотипном оборудовании, могут значительно различаться в зависимости от масштабов предприятия. Так, в крупных компаниях на квалифицированных рабочих возлагается намного более широкий круг профессиональных обязанностей, чем в мелких. Конкретно на это указывают следующие результаты обследований: в крупных компаниях «широкое» распределение обязанностей распространено более чем вдвое чаще, а «узкое» — вдвое реже, чем на мелких предприятиях. Выяснили это следующим образом. Все обязанности были представлены семью видами: запуск, остановка и наблюдение; контроль, измерения и регистрация; программирование; смена операций и регулирование; прогнозирование и диагностика неисправностей; простой ремонт; крупный ремонт. В случае если приходится производить пять-семь видов указанных работ, обязанности считались «широкими», а если лишь один-два — «узкими». Как явствует из данных обследования, на крупных предприятиях квалифицированные рабочие не только выполняют более широкие функции, но и сами работы богаче по содержанию. Например, здесь на квалифицированных рабочих

значительно чаще возлагается программирование: оно осуществляется ими на 56% крупных предприятий и лишь на 40% мелких [64, с. 49].

Процессы перестройки профессиональной квалификационной структуры следует, конечно, охарактеризовать как сложный феномен, имеющий свои полярные грани и тенденции: в одних случаях — к интеллектуализации труда, а в других, наоборот, — к ликвидации сколь-либо интеллектуальных, да и физических функций. Будучи связанными с таким динамичным явлением, как научно-технический прогресс, эти процессы, естественно, и сами являются быстро развивающимися. В самом деле, как показывает выборочное обследование японских машиностроительных фирм, лишь в течение пяти лет почти 60% квалифицированных рабочих было вынуждено приспособливаться к изменениям в характере и содержании работы. Причем почти половина из этой части рабочих должна была приложить определенные усилия для адаптации к новым видам работ (особенно это касается представителей возрастной группы от 36 до 54 лет). О сложности проблемы переподготовки рабочих в процессе автоматизации производства говорит весьма пессимистичный вывод, к которому пришли японские исследователи: необходимое переобучение осуществляется недостаточным образом даже на крупных предприятиях, в основном это обучение без отрыва от производства уже после того, как состоялся перевод на новую работу. «Создается впечатление, что немало лиц пожилого и среднего возраста чувствует себя в этих условиях потерянными», — заключают японские специалисты, изучавшие проблему смены профессий и переобучения на нынешнем этапе перестройки профессиональной структуры в Японии [64, с. 80].

Следует отметить, что профессиональная адаптация представляет собой весьма сложный процесс, являющийся предметом изучения не только экономистов и социологов, но и физиологов, клиницистов, психологов и других специалистов. Социально-гигиенические исследования этого процесса проводятся во многих странах, и некоторые выводы из них можно, по-видимому, считать уже бесспорными. В частности, установлено, что не каждый человек может хорошо выполнять любую новую для него работу, что непригодность к тому или иному виду труда не может быть преодолена за счет удлинения периода тренировки, что психофизиологические предпосылки к приобретению знаний и навыков не могут распространяться на этап их практического использования и т. д. [38, с. 53].

Несомненно, эти выводы хорошо известны и японским руководителям производства, и они, надо полагать, стремятся ими воспользоваться — уже хотя бы с целью повысить экономический эффект от использования трудовых ресурсов. Однако ясно, что обеспечить согласование всех факторов и добиться высокого социально-экономического эффекта можно лишь в том случае, если на первый план будет действительно поставлена

такая цель. Вместе с тем капиталистическое производство на подобные крупномасштабные цели, как известно, не ориентируется. Как указывают японские авторы, если на одном производственном участке сегодня работы мало, а на другом много, рабочих, как правило, перебрасывают на этот участок. Случается, что специалистов по гальванической обработке направляют на сборку, а опытных сварщиков — на переподготовку в отделение программного обеспечения [64, с. 79].

Как относятся к проблеме «миграции» и переподготовки сами японские рабочие? Можно привести несколько весьма характерных мнений на этот счет [64, с. 81—83].

«В связи со слухами о внедрении роботов стали усиленно обсуждаться вопросы, не будет ли избытка рабочей силы, не станут ли переводить на другие производственные участки».

«Вследствие перехода от ручных видов производства к использованию процессов, управляемых компьютерами, приобретенное мастерство превратилось в нуль — все опять надо начинать с самого начала, а для людей пожилого и среднего возраста это почти непосильно. Видимо, для них наступают тяжелые времена».

«Мы, работники среднего возраста, обеспокоены тем, как нам совершенствовать свое мастерство, как приспособиться к научно-техническому прогрессу».

«Приобретенное к настоящему времени техническое мастерство зачастую несовместимо с интегральными схемами, сервоклапанами и т. д. Поэтому необходимо самое широкое обучение технике, которое соответствовало бы техническому прогрессу. Однако возникает вопрос: до какого же времени будут обучаться и приспосабливаться люди пожилого и среднего возраста?»

«Числовое управление, роботизация, появление „лишних“ людей — в будущем это приобретет еще большие размеры. Для лиц пожилого и среднего возраста наступят еще более суровые времена. Часть из них уже сейчас испытывает затруднения в адаптации к новым условиям. Что же делать? Что может принять человек в возрасте старше 50 лет?» (Это мнение одного из работников профсоюза предприятия.)

«По мере того как слабеют человеческие силы, а труд становится все более насыщенным, все, кто старше 50, как и я, больше всего беспокоятся за свои рабочие места».

Как можно судить по этим высказываниям, рабочие чувствуют всю шаткость своего сегодняшнего положения. Их беспокоит даже возможность перевода на другие участки, потому что это не только потеря привычной работы, но и скорее всего необходимость переобучения. Что же касается переобучения, то общее мнение здесь сводится к его исключительной трудоемкости для рабочих старшего, а во многих случаях и среднего возраста. Японская печать уже неоднократно свидетельствовала о наличии серьезных препятствий к их переподготовке для ра-

боты в новых производственных условиях, об отсутствии у них возможностей для быстрого и глубокого восприятия идей и принципов, заложенных в новейшей технике [122, 22.03, 06.04.1982]. Перед этими рабочими возникает дилемма: ценой любых трудностей все же овладеть новой специальностью или отказаться от борьбы, «добровольно» согласившись на менее выгодную работу.

Помимо проблемы необходимости переобучения персонала, приспособления его к новым производственным условиям имеется еще один, также очень важный аспект работы на автоматизируемых предприятиях, связанный с тем, что в массе своей процесс автоматизации находится пока еще в своей ранней фазе. Человек по-прежнему остается необходимым элементом производства ввиду частичного, некомплексного характера автоматизации. Он оказывается звеном, на котором замыкается вся незавершенность процесса увязки системы машин в единый автономный комплекс. Причем этот период автоматизации будет весьма длительным, его противоречия получат возможность развернуться до очень широких масштабов, вплоть до постановки на повестку дня проблемы морального износа человека труда.

Это ярко подтверждает мнение одного из японских рабочих: «На моем производственном участке число операций по обслуживанию механизмов с числовым управлением становится все больше. В результате цифры заменяют теперь навыки и интуицию квалифицированных рабочих. Однако и сейчас, в переходный период, для эффективного использования автоматического механического оборудования нужно пользоваться советами квалифицированных рабочих. Автоматизация повышает производительность труда, делает стабильным качество, сокращает число операций, выполнявшихся вручную. Вместе с тем при этом возникают жалобы на нервное переутомление, вызванное постоянным переключением внимания, работа не позволяет проявить свое мастерство и потому вызывает отвращение» [64, с. 81].

Следует отметить, что здесь верно отмечено главное в восприятии рабочим «автоматической машинной среды». Доля тяжелого физического труда при использовании средств автоматизации в целом снижается, но появляется множество новых операций, требующих жесткой регламентации поведения. Напряжение моторное, связанное с физическим трудом, заменяется теперь сенсорным, связанным с нагрузкой на органы чувств, нервную систему [45, с. 248].

Процессы автоматизации, развиваясь весьма неравномерно, образуют самые сложные сочетания новейшей и традиционной техники, обслуживаемой по-прежнему человеком. Иными словами, часть операций выполняют автоматы, а другую часть — рабочие, характер труда которых тем самым находится в непосредственной зависимости от процессов, осуществляемых на

автоматическом оборудовании. В результате условия труда рабочих в целом ряде случаев ухудшаются, создаются условия для новых форм производственного травматизма, характерных для частично автоматизированного производства. Так, например, появившиеся на производстве в 60—70-е годы высокоскоростные крупногабаритные автоматы требуют от рабочих большей быстроты, а зачастую и дополнительных физических усилий. Кроме того, при внедрении автоматизации, как правило, принимаются во внимание технологические и экономические аспекты, а «человеческий фактор» учитывается в минимальной степени. Рабочие используются, как правило, для «компенсации» слабых сторон автоматического оборудования, выполняя механические, однообразные операции на весьма сложном «отрезке» технологического процесса, который не удалось автоматизировать, и условия их труда тем самым резко ухудшаются [70, с. 9—20].

Существует и другой серьезный источник больших нагрузок на нервную систему — быстрота перестроечных процессов, происходящих в современном производстве. Японские предприниматели стремятся еще сильнее форсировать эти процессы, так что даже консервативная печать отмечает: в Японии на предприятиях, которые внедряют новейшее оборудование наиболее интенсивно, уровень стрессовых нагрузок гораздо выше, чем можно было бы ожидать. Это вызвано тем, что рабочие вынуждены непрерывно мигрировать внутри предприятия, не имея возможности подолгу задерживаться на одном месте. Им приходится воспринимать свою работу как временную, до установки новых станков, роботов, различного микропроцессорного оборудования. Некоторые рабочие, если им удастся подыскать работу в другом месте, увольняются с таких предприятий [153, 28.02.1983].

Стремясь, насколько возможно, смягчить проблему адаптации человека к изменениям в производственной среде, японские специалисты, естественно, обращаются к арсеналу эргономики, ищут способы учесть ограничения в системе «человек — машина», исходящие от человека. Они вполне справедливо полагают, что поскольку рабочим старших возрастов трудно переквалифицироваться для работы на роботизированном оборудовании, то это должно учитываться в его конструкции, т. е. и роботы, и оборудование, с которым они сочетаются, должны быть по своему устройству доступны для рабочих указанных возрастов. Довольно распространена и такая точка зрения, что промышленные роботы будут способствовать улучшению условий труда пожилых рабочих, уменьшая объем выполняемой ими физической работы, исключая случаи больших мышечных перегрузок и т. д. Ожидается, что в условиях «старения» японского общества и, следовательно, рабочей силы это позволит рационализировать использование последней, смягчить многие серьезные проблемы, в первую очередь связанные с профессио-

нальными заболеваниями и производственным травматизмом [115, 1984, № 41, с. 4—6].

Проблемы, которые эволюция производственной техники по пути автоматизации ставит перед рабочими, весьма многоплановы. До сих пор речь шла в основном об изменении содержания труда и трудностях профессиональной адаптации к этим изменениям — вопрос о возможности полной потери работы хотя и возникает, но лишь вследствие неспособности части рабочих старшего поколения к адаптации к отдельным видам работ. Однако вопрос о вытеснении рабочих машинами стоит в наши дни чрезвычайно остро и в более широком плане, весьма активно дискутируется и, как ожидается, приобретет уже в самом недалеком будущем огромное влияние как на развитие процессов автоматизации, так и на отношения между трудом и капиталом.

Прежде всего заслуживает внимания довольно распространенная точка зрения, что роботы (и другие средства автоматизации труда) не только не грозят потерей рабочих мест, но, наоборот, способны увеличить занятость. В этих случаях обычно приводятся примеры улучшения деловой активности предприятий, установивших роботы, их стремления еще более расширить производство, а отсюда и желание привлечь новую рабочую силу. Реальность такой ситуации не вызывает особых сомнений. Известно, что деловая активность капиталистического предприятия характеризуется чередующимися спадами и подъемами. Поэтому естественно, что для стадии подъема этот пример вполне реален. Однако и в этом явлении можно усмотреть одну особенность, значительно усложняющую возможность однозначного суждения о «благотворной» роли роботов в обеспечении занятости.

Нетрудно допустить, что в условиях капиталистической конкуренции «процветание» успешно роботизированного и расширяющего свою деловую активность предприятия оборачивается свертыванием производства или даже разорением других предприятий, как правило мелких, которые в силу многих причин не имеют возможности приобретать и эффективно использовать современные средства автоматизации производства. На этих предприятиях, естественно, возникает противоположная ситуация — избыток рабочей силы, и часть ее будут увольнять. Так применение роботов будет иметь своим результатом возникновение очагов безработицы, хотя и не в стенах того предприятия, которое их использует.

Другой механизм «робототехнической» безработицы связан с тем, что даже если фирма, установившая роботы и желающая сократить контингент рабочих, все же обеспечит сохранение за ними их рабочих мест (например, следуя принципу «пожизненного найма» или под давлением профсоюза), то резко сократится прием на работу молодежи. Это ее места будут, по существу, заняты роботами. А ведь именно безработица среди

Таблица 11

**Возрастная структура высвобожденных работников
в результате внедрения промышленных роботов *, %**

Возраст	Мужчины	Женщины	Всего
До 20 лет	0,5	3,5	4,0
20—29 лет	20,6	24,2	44,8
30—39 лет	20,0	7,4	27,4
40—49 лет	14,7	4,3	19,0
50 лет и старше	4,0	0,8	4,8

* [115, 1984, № 41, с. 5].

Таблица 12

**Изменение характера занятости у высвобожденных работников
в результате внедрения промышленных роботов ***

Изменение	Высвобожденные работники	
	Число	%
Предоставление работы на новом рабочем месте в качестве оператора роботизированного оборудования	185	5,8
Перевод на аналогичные по квалификации должности	1818	56,9
Перевод на более квалифицированную работу	365	11,4
Перевод на более простые работы	123	3,9
Перевод в сбытовые подразделения	15	0,5
Перевод в технологические подразделения	16	0,5
Перевод в дочерние и смежные фирмы	18	0,6
Увольнение по возрасту	49	1,5
Увольнение в связи с мерами по рационализации кадров	7	0,2
Прочие меры (в основном перевод на новые участки в связи с расширением производственной базы)	598	18,7
Итого	3194	100,0

* [115, 1984, № 41, с. 6].

молодежи является для сегодняшней Японии особенно острой социальной проблемой. Несомненно, что определенный вклад в обострение этой проблемы вносится процессами роботизации предприятий, а также внедрением других видов автоматической техники.

Особого внимания заслуживает вопрос о том, какие масштабы примет процесс вытеснения роботами (и другими средства-

ми автоматизации) рабочих того предприятия, где непосредственно устанавливается эта техника. Ведь история неизменно свидетельствует о том, что, как только новая техника становится экономически эффективной, капиталист сразу же освобождается от ненужной рабочей силы, и Япония вряд ли может рассматриваться как исключение. Система «пожизненного найма», долгое время служившая для большей части японских рабочих гарантией их занятости, уже в значительной степени расшатана, и процесс ее ослабления, по мнению Генерального совета профсоюзов, будет развиваться и дальше [71, с. 220].

По данным министерства труда Японии, около 40% технологических процессов, в которые была внедрена микроэлектронная аппаратура, стало обслуживаться меньшим числом рабочих [112, 1983, № 12, с. 65]. И если столь большой эффект трудосбережения пока удастся использовать в производственных целях, т. е. практически не сокращать рабочую силу, то главным образом лишь потому, что микроэлектронизация охватила еще далеко не все технологические процессы и обеспечивает автоматизацию далеко не всех функций производственного оборудования, оставляя за человеком пока еще достаточно широкий фронт работ.

Более детальную картину влияния современных процессов автоматизации на занятость дают результаты уже упоминавшегося обследования, посвященного распространению роботов в японской промышленности. Особый интерес, в частности, вызывают данные, которые показывают, как происходит замена ручного труда машинным и каковы конкретные последствия этой замены для рабочих (табл. 11 и 12).

Как нетрудно увидеть, внедрение роботов затрагивает в основном контингент в возрасте от 20 до 40 лет — на них приходится более 70% лиц, заменяемых роботами. Однако, учитывая, что рабочие этого возраста представляют собой вполне мобильную часть рабочей силы предприятия, которая без особых затруднений способна к смене рабочих мест и при необходимости к достаточно глубокой переквалификации, можно сделать вывод, что роботизация пока не создает для них чрезвычайно серьезных проблем.

Совсем иное дело — рабочие старше 50 лет. Для большей наглядности построим для этого случая числовой пример, используя данные табл. 11 и 12. Так, на 1 тыс. работников, заменяемых роботами, приходится 48 работников в возрасте старше 50 лет (см. табл. 11). С другой стороны, из 1 тыс. работников, заменяемых роботами, 17 подлежит увольнению (см. табл. 12). Не вызывает сомнений, что эти 17 человек (может быть, за исключением одного-двух) будут выбраны как раз из той группы в 48 человек, которую составляют рабочие старше 50 лет. Иначе говоря, в группе рабочих 50 лет и старше, подлежащей замене роботами, каждый третий будет уволен. Таким образом, статистика проведенного обследования приобре-

тает характер своего рода официального документа, устанавливающего конкретные «цели», на которые обрушивает свою основную тяжесть роботизация.

Оценивая влияние внедрения промышленных роботов на процессы труда, авторы обследования старались в первую очередь ответить на главный вопрос: как будут сосуществовать роботы и рабочие, что произойдет с последними по мере роботизации?

Не отрицая того, что внедрение промышленных роботов действительно ставит на повестку дня проблему обеспечения занятости, авторы отчета полагают, что в целом проблема эта будет все же смягчаться под влиянием ряда факторов: общего экономического роста, развития промышленной структуры, реализации во все больших масштабах многономенклатурного мелкосерийного производства и др. Нетрудно заметить, что это соображения самого общего характера, которые без количественной аргументации не позволяют прийти ни к каким определенным выводам. Их положительный смысл, пожалуй, лишь в том, что они совершенно правильно констатируют наличие некоторых «резервов занятости». Однако достаточны ли они для решения проблемы занятости или могут только некоторым образом смягчить ее — этот вопрос остается открытым.

До сих пор речь шла об основных проблемах, возникающих под влиянием современных процессов автоматизации перед рабочими промышленного производства. Вместе с тем не менее, а скорее всего даже более острые проблемы ставит автоматизация перед персоналом учреждений — конторскими служащими. «Работа с информацией», которой они в основном занимаются, как никакая иная, выполняется современной электронной техникой особенно эффективно. Поиск, хранение, обработка, передача, прием информации — все эти виды работ осуществляются теперь оперативно и качественно с помощью новых видов информационной техники, способной работать в автоматическом режиме. Поскольку стал возможным вывод всей необходимой информации на дисплей, достигла высокого уровня развития техника «диалога» с ЭВМ, обеспечивающая быстрое уточнение и учет индивидуальных потребностей абонентов, появилась быстродействующая множительная и печатная техника, а аппаратура связи «приблизила» потребителя к сколь угодно удаленным источникам информации, многочисленные специальности конторских служащих потеряли свою актуальность.

Резкий рост производительности труда у многих групп служащих позволил уменьшить их численность. «Если люди работают в качестве машин, то раньше или позже машины будут выполнять их работу лучше» — этот вывод был, собственно говоря, сформулирован как раз применительно к перспективам конторских служащих [136, 1984, № 6, с. 19].

Тяжелые времена наступают не только для конторских работников, служащих административного аппарата, связи, финансов, торговли, страхования. «Лишними» могут оказаться и

многие высококвалифицированные специалисты — инженеры, врачи, преподаватели. Вычислительная, графическая, диагностическая и многие другие виды информационной техники настолько повысят производительность их труда, что потребность в этих специалистах также уменьшится.

Как уже отмечалось, качественные характеристики рабочей силы приобретают все большее и большее значение для успешного функционирования современного производства, особенно для его совершенствования в соответствии с основными направлениями научно-технического прогресса. В Японии высокие профессиональные качества работников служат серьезным дополнением к ее высокоразвитому производственному аппарату, позволяют эффективно маневрировать производством, осуществлять в нем мобильные перестроечные процессы. Важной особенностью методов повышения профессионального потенциала в Японии является опора на внутрифирменную подготовку рабочей силы, ориентированную прежде всего на воспитание в работниках максимальной профессиональной универсальности. В условиях, когда монополии прилагают немалые усилия к форсированию научно-технического прогресса, это дает им возможность подкреплять все возрастающую гибкость материальной базы производства разносторонней подготовкой работников, сочетанием в большинстве из них высокого уровня владения не только целым рядом технических профессий, но и административными знаниями и навыками. Внутрифирменная профессиональная подготовка основывается на перемещении работников с одних видов работ на другие, в ходе которого осуществляют как расширение профориентации, так и непрерывность профессионального обучения, что оказывает, в частности, и немалое воспитательное влияние, формируя своего рода психологическую установку на учебу в течение всей производственной деятельности работника. В то же время это облегчает приспособление кадров к непрерывным изменениям в производстве, снижает стрессы, связанные с однообразием работы или ее изолированностью от конечного результата [61, с. 82—84].

Проблема квалифицированных кадров на японских фирмах решается в рамках тщательно продуманной системы максимального использования способностей работника в ходе его длительной, как правило вплоть до увольнения с предприятия, «миграции» по ступеням сложной внутрифирменной иерархии. Например, подготовка квалифицированных рабочих «Ниссан дзидося» осуществляется, во-первых, в промышленной школе «Ниссан»³, во-вторых, путем практического профессионального обучения на каждом заводе и, в-третьих, посредством обучения работников широкого профиля с переводом на новые виды работ.

Главная проблема, с которой сталкиваются японские предприниматели, намечая очередные задачи подготовки кадров, — это быстрота появления новых научно-технических знаний, фор-

мирование новых теоретических и прикладных областей, в которых специалисты оказываются малокомпетентными. Опыт показывает, что проблема профессионального соответствия выполняемой работе для тех, кто уже проработал семь-восемь лет, является, как правило, более острой, чем для вновь принятых. Поэтому считается крайне важным воспитывать у работников адаптационные способности, обеспечивать им базу для дальнейшего самообразования, формировать у них потребность в непрерывном и активном приобретении новых знаний и навыков. Обучение непосредственно на рабочих местах, которое раньше было в Японии чрезвычайно популярным, теперь считается недостаточным. Ставится задача планомерно дополнять и разнообразить обучение с использованием всего арсенала современной педагогики.

Особые затруднения предвидятся в связи с распространением микроэлектронной аппаратуры, которое приведет к крутой ломке сложившейся профессиональной структуры. Так, перед необходимостью резкой смены рода деятельности окажутся работники, чьи навыки формировались в чисто управленческом плане. По мнению японских специалистов, решение этой задачи должно облегчиться практикой непрерывного обучения начиная с молодых лет, воспитанием соответствующей жизненной морали, ориентирующей каждого на постоянное пополнение знаний и расширение кругозора.

К настоящему времени сформулированы некоторые практические рекомендации (хотя и довольно общего плана), как необходимо перестраивать обучение персонала на нынешнем этапе научно-технического прогресса. В частности, указывается, что планы развития профессиональных способностей работников должны тщательно разрабатываться и строго контролироваться, причем считается, что уже само по себе составление подобных планов является ключом к перестройке сознания руководства и повышению его ответственности за состояние учебы и переподготовки кадров. Помимо традиционных методов коллективной учебы и тренировки рекомендуется развивать разнообразные неформальные методы активизации обучаемых. Наконец, должна действовать система строгой ответственности как за выработку планов профессионального обучения, так и за их реализацию.

Следует отметить, что в Японии приобретает все большую популярность такое понятие, как «обучающие предприятия» (гакусю кигё). Речь идет не об открытии дополнительных учебно-производственных центров, а о реорганизации деятельности предприятий в направлении формирования работников нового типа — быстро адаптирующихся к достижениям научно-технического прогресса, способных к самообразованию, «гибко перестраивающихся» в непрерывно изменяющейся технической среде современного производства [62].

В Японии регулярно проводятся обследования предприятий с целью анализа тенденций в развитии их кадрового состава, про-

фессиональной структуры занятости и методов обучения персонала. В ходе одного из таких обследований руководителей предприятий попросили ответить, какие виды мастерства и способностей работников, поступающих на работу, они считают наиболее важными для прогресса производства. Среди руководителей крупных предприятий, с числом работников более 1 тыс., около 70% преимущество отдали сочетанию «базового технического мастерства» с развитыми способностями понимания новых идей и методов. Даже на мелких предприятиях (от 30 до 99 занятых) указанное сочетание было выделено примерно в половине ответов (48,3%). Впрочем, мелкие предприятия отметили и высокую значимость одного лишь отдельно взятого «базового технического мастерства» (29,6%). Это заметно отличает их позицию от позиции крупных предприятий, 19,4% которых отдали предпочтение только этому параметру. Таким образом, главными направлениями подготовки персонала на японских предприятиях являются обучение его «базовому техническому мастерству», т. е. умению высококвалифицированно выполнять основные виды работ с помощью ручного инструмента и традиционного механического оборудования, и развитие способностей к пониманию нового и расширению сферы приложения своих сил. Следует заметить, что последнее качество, несмотря на всю его очевидную важность, вне дополнения к «базовому мастерству», т. е. взятое в отдельности, не рассматривается японскими компаниями в качестве определяющего ориентира для формирования политики подготовки кадров [64, с. 105].

Как видно из самой постановки вопросов, заложенных в анкеты, японские социологи и экономисты выделяют в деятельности человека, пусть даже несколько формально, «конкретную» и «абстрактную» сферы. При этом представляет интерес их вывод о необходимости слияния указанных сфер. Здесь следует пояснить, что речь идет о подготовке производственных рабочих, т. е. практических участников производственных процессов, а не разработчиков техники. «Абстрактная» сфера их деятельности — это аналитическая, интеллектуальная составляющая их труда. Как уже отмечалось, все большее повышение ее роли и создает основные проблемы в плане адаптации к новым достижениям научно-технического прогресса. Японские специалисты полагают, что на нынешней стадии развития «производственной дидактики» необходимо сосредоточить главное внимание на принципе «повышение способностей к адаптации идет через развитие способностей к мышлению». При этом стержнем его реализации считается все же обучение «базовому техническому мастерству», но такое обучение, чтобы работник мог трудиться на максимальном числе этапов технологического процесса, опираясь прежде всего на умение работать на традиционном оборудовании и традиционными инструментами.

Проблемы, связанные с перестройкой профессиональной структуры рабочей силы на японских промышленных предприя-

тиях, вызваны естественным ходом научно-технического прогресса, перестроечными процессами в экономике. Но главное содержание этих проблем в Японии формируют капиталистические производственные отношения, поскольку упомянутые проблемы являются частью более крупной проблемы — контроля капитала над трудом.

Типичная для сегодняшнего дня ситуация, когда в капиталистических странах безработица соседствует с неудовлетворяемым спросом на рабочую силу целого ряда профессий, ярко выражает сущность перспектив в сфере труда и занятости. Та часть трудоспособного населения, которая не будет подготовлена к активному владению техникой новых поколений, фактически будет выведена за пределы системы спроса — предложения рабочей силы. Объективно возникает возможность значительной модификации механизма господства правящих кругов над трудящимися: введение в него «технологического» фильтра станет непреодолимой преградой на пути к современному рабочему месту и перспективной работе для миллионов людей, в первую очередь участников прогрессивных движений.

Вследствие ускоряющейся автоматизации производства проблема замены живого труда машинами приобретает особую остроту. Но в то же время существует много факторов, действующих во встречном направлении, диктующих необходимость расширения фронта работ и создания новых рабочих мест. В этих условиях на первый план выходят вопросы организации переподготовки производственных кадров, перестройки структуры занятости в масштабах всей страны. Какова будет социальная направленность этих процессов в Японии в ближайшем будущем, можно сказать уже сейчас. Как и на любом ином этапе развития капиталистического производства, их основная тяжесть ляжет на трудящихся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение закономерностей научно-технического прогресса является важной задачей не только для специалистов в области технических и естественных наук, но и для обществоведов, в том числе представителей экономической науки. «Экономист,— отмечал В. И. Ленин,— всегда должен смотреть вперед, в сторону прогресса техники, иначе он немедленно окажется отставшим» [7, с. 137—138]. Однако научно-технический прогресс — это один из наиболее сложных объектов изучения, характеризующийся огромными объемами чрезвычайно быстро меняющейся информации, как правило междисциплинарного, а порой и узкоспециального профиля. Познание же закономерностей его развития необходимо для решения важнейшей задачи — эффективного управления научно-техническим прогрессом. Путь к этому лежит через предварительные исследования более частного характера, в ряду которых и стоит данная работа. Рассмотренные в ней вопросы позволяют сделать вполне однозначный вывод: на современном этапе научно-технического прогресса возник ряд качественно новых явлений, дальнейшее развитие которых окажет весьма серьезное влияние на будущее Японии.

В первую очередь заметным модификациям подвергается научно-техническая стратегия Японии. С обширного заимствования иностранных достижений центр тяжести переносится на самостоятельные исследования и разработки по наиболее важным, базовым направлениям науки и техники, причем число подобных направлений непрерывно возрастает. Тем самым традиционная селективная стратегия научно-технического развития обнаруживает тенденцию к постепенному превращению в стратегию всеобщего развития. Ускорению этого процесса способствует то, что в последнее время в Японии уделяется особое внимание качественному совершенствованию ее научно-технического потенциала, переориентации его отдельных составляющих, более эффективному маневрированию ресурсами, находящимися в руках государства и частного сектора, изысканию новых, более продуктивных форм взаимодействия с зарубежными партнерами.

В то же время современный этап научно-технического прогресса в Японии — это этап серьезной перестройки технической базы производства, тем более серьезной, что она совпадает с перестройкой промышленной структуры страны. Происходит широкий переход к массовому освоению достижений в области

автоматики, вычислительной техники, информатики, которые, с одной стороны, становятся объектами производства, а с другой — ложатся в основу новейшей производственной техники и технологии. Сходные явления, разумеется, отмечались и раньше, но все же еще никогда автоматизация не имела под собой столь эффективной базы, как в наши дни, когда с помощью вездесущей электроники стала возможной практическая реализация функций управления самыми разнообразными и притом неограниченно сложными техническими системами, а следовательно, открылись и реальные возможности осуществления таких систем в самых широких масштабах.

В этих условиях возникает необходимость придать процессам автоматизации (а также повсеместно сопровождающей ее высокоразвитой механизации) оптимальные формы, разработать и воплотить наиболее перспективные, экономически оправданные концепции. Дело серьезно осложняется неизбежностью перестройки производственного аппарата целых отраслей, переосмысления функций всех входящих в него элементов, организации новых видов профессиональной подготовки кадров и т. д. В связи с этим следует заметить, что, несмотря на большие трудности, которые имели место в Японии в начальной фазе этого процесса, к настоящему времени они в целом преодолены. Причем в немалой степени это достигнуто за счет соединения научно-технического прогресса с организационно-техническим, в первую очередь за счет тщательной подготовки производства к использованию новой техники, выбора надлежащих масштабов ее применения, повышения качества ведения производственного процесса с помощью средств диагностики и контроля его параметров.

Другая, не менее широкая сфера автоматизации — инженерные и конторские работы. Соединяясь со сферой автоматизации производственных процессов, она обеспечивает возможность организации гибких автоматизированных производств самого высокого уровня — вплоть до крупных заводов-автоматов. И хотя реклама, как правило, преувеличивает достижения Японии в этой области, надо признать, что технические и экономические проблемы создания таких заводов здесь постепенно, а главное — последовательно решаются.

Приобретающее массовый характер распространение средств информатики и вычислительной техники, находящихся на уровне мировых стандартов, успешный ход выполнения программы создания ЭВМ с искусственным интеллектом дают основания считать, что поставленная в Японии задача построить здесь к концу столетия «общество информации» будет в основном решена. Впрочем, к тому времени не в одной Японии, а во всех технически и экономически развитых странах мощность информационных сетей и эффективность управления информационными потоками достигнут уровня, несоизмеримого с ныне существующим. Так что независимо от того, стоит ли в них зада-

ча построения подобного общества или нет, на фоне общих мировых достижений позиции Японии вряд ли будут заметно выделяться.

Говоря о широкомасштабных переменах, берущих начало в «технической среде» жизнедеятельности человека, нельзя, разумеется, не видеть, что все они находят свое отражение и в социальной сфере. В самом деле, даже быстрее, чем на протяжении жизни одного поколения, меняются роль и место человека в системе производства, рабочая сила настоятельно и необратимо устраняется от непосредственного участия в технологических процессах, перемещаясь в сферу их проектирования и подготовки, профилактики и контроля. Разумеется, если этот закономерный процесс надлежащим образом направляется и регулируется, то он является прогрессивным, знаменуя новый этап в развитии производительных сил под влиянием научно-технического прогресса. Однако никакие успехи науки и техники, организации и управления в странах капиталистического мира, и Япония не является здесь исключением, не могут дать трудящимся уверенности в завтрашнем дне. Все эти успехи в первую очередь становятся источником сверхприбылей монополий, быстро и безвозвратно поглощая материальные и духовные ресурсы общества.

ПРИМЕЧАНИЯ

Глава 1

¹ Здесь и далее подобным образом обозначается финансовый год, который в Японии начинается 1 апреля.

² Для Японии далее учитываются расходы только в области естественных и технических наук.

³ Еще 3,8% приходится на частные неприбыльные организации.

⁴ В СССР были изданы такие его произведения, как повесть «Похитители завтрашнего дня», а также многочисленные рассказы («Продается Япония», «Новый товар», «Камагасаки 2013 года» и др.).

⁵ Небезынтересно, что из числа ответивших было только 35 женщин (т. е. 2%).

Глава 2

¹ Как отмечает акад. Е. П. Велихов, «одним из основных факторов, ограничивающих быстродействие ЭВМ, стала длина проводников, соединяющих элементы СБИС и сами СБИС между собой» [54, с. 6].

² Если, конечно, не рассматривать такой тривиальный случай «адаптации», как упрочнение многих сплавов при пластической деформации, образование на их поверхности защитных оксидных пленок и т. п.

³ Другое название программы — «Human Frontier Program» — характеризует ее уже не столько со стороны содержания, сколько, по-видимому, с точки зрения практической значимости.

⁴ Этот способ детально исследуется в одном из проектов программы «Лунный свет».

⁵ ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) — высокополимерное природное соединение, содержащееся в ядрах клеток живых организмов. Является носителем генетической информации.

⁶ Основным отличием является меньшая тяга — 120 т по сравнению с 213 т у «Шаттла».

Глава 3

¹ При этом отпадает необходимость периодически, через фиксированные интервалы времени, генерировать ток возбуждения, обеспечивающий возможность функционирования памяти (препятствующий «забыванию»).

² Когда каждый из основных блоков микро-ЭВМ (а их не менее пяти-шести) размещается на отдельном кристалле, приходится соединять их с помощью пайки, в результате чего сильно снижается надежность микро-ЭВМ.

³ Еще более остро стоит вопрос, если речь идет о перспективных СБИС на 1 и 4 Мбит.

⁴ Японский вариант этой системы известен под названием «CAPTAIN» («Character and Pattern Telephone Access Information Network») — буквенно-графическая информационная система с телефонным доступом.

⁵ С тех пор парк станков с ЧПУ в Японии, разумеется, значительно вырос. Так, в 1981—1985 гг. их было выпущено около 160 тыс., причем большей частью для внутреннего потребления.

¹ Имеются данные, что до 70% всех изделий машиностроения изготавливается партиями менее, чем по 50 шт. в каждой.

² Так, в 1981 г. на одном из заводов фирмы «Кавасаки дзюкогё» (г. Акаси) имел место несчастный случай со смертельным исходом, когда рабочий, устранявший неполадку на станке, после ее устранения был прижат роботом к корпусу этого станка [143, 1982, № 50, с. 31].

³ Высшая промышленная школа «Ниссан» (Ниссан кото когё гакко) была открыта еще в 1953 г. и к 1982 г. выпустила более 8 тыс. человек. Двухгодичный период обучения начиная с 1975 г. был увеличен до трех лет. Молодые люди, окончившие полную среднюю школу, приобретают здесь многосторонние технические знания благодаря глубокому изучению принципиальных основ общих технических курсов (в первую очередь механики, электротехники и электроники), а также специальных, прикладных дисциплин (эксплуатация станочного оборудования, диагностика состояния автомобиля, электротехнические измерения, программирование и др.).

Начиная с 1970 г. на предприятиях фирмы «Ниссан дзидося» стали открываться «высшие школы профессионального обучения» (кото сёкугё кунрэнько), представляющие собой профессионально-технические училища повышенного типа. В этих учебных заведениях проходят двухлетнюю специализированную подготовку выпускники полной средней школы, получая рабочую профессию, позволяющую им начать трудовую деятельность в фирме.

Сходным образом решаются вопросы подготовки кадров в фирме «Хитати». Действующая здесь Специальная промышленная школа (Хитати котогё сэнсю гакко) обеспечивает трехгодичную подготовку квалифицированных рабочих, включая будущих мастеров (гинося), владеющих как принципиальными основами технических наук, так и практическими производственными навыками. В школе имеется пять специализированных отделений: машиностроительное, металлургическое, сварочное, электротехники, электроники [62, с. 277—289].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Труды основоположников марксизма-ленинизма *

1. *Маркс К.* Капитал. Т. 1.— Т. 23.
2. *Маркс К.* Капитал. Т. 2.— Т. 24.
3. *Маркс К.* Критика политической экономии.— Т. 46. Ч. 2.
4. *Маркс К.* Экономическая рукопись 1861—1863 годов.— Т. 47.
5. *Энгельс Ф.* Диалектика природы.— Т. 20.
6. *Ленин В. И.* По поводу так называемого вопроса о рынках.— Т. 1.
7. *Ленин В. И.* Аграрный вопрос и «критики Маркса».— Т. 5.

Материалы КПСС и документы

8. Материалы XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза. М., 1986.
9. Комплексная программа научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 года. М., 1986.

Справочные издания

10. Дэнси когё нэнкан (Ежегодник электронной промышленности). Токио, 1981—1985.
11. Кагаку гидзюцу ёран (Статистический справочник по науке и технике). Токио, 1981—1985.
12. Кагаку гидзюцу хакусё (Белая книга по науке и технике). Токио, 1981—1985.
13. Когё гидзюцуин сёкай (Проспект Палаты промышленной технологии МВТП). Токио, 1983.
14. Agency of Industrial Science and Technology. Tokyo, 1982—1984.
15. Annual Report on Atomic Energy — 1983. Tokyo, 1984.
16. Facts and Figures on the Japanese Electronics Industry. Tokyo, 1986.
17. Jane's All the World's Aircraft. L., 1983.
18. The Specifications and Applications of Industrial Robots in Japan. Tokyo, 1984.

Литература

19. *Андреев В. Д., Вольфберг Д. Б.* Топливо-энергетическое хозяйство капиталистических и развивающихся стран. М., 1980.
20. *Апокин И. А.* Кибернетика и научно-технический прогресс. М., 1982.
21. *Бакис И. Я.* Эффективность автоматизации производства. М., 1982.
22. *Бесчинский А. А., Коган Ю. М.* Экономические проблемы электрификации. М., 1983.
23. *Васильев В. Н.* Организация, управление и экономика гибкого интегрированного производства в машиностроении. М., 1986.
24. *Власов В. А.* Научно-техническая революция в Японии. М., 1975.

* Работы К. Маркса и Ф. Энгельса приводятся по 2-му изданию Сочинений, В. И. Ленина — по Полному собранию сочинений.

25. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики. М., 1982.
26. Государственно-монополистическое регулирование в Японии. М., 1985.
27. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. М., 1985.
28. Дикевич А. И. Очерки экономики современной Японии. М., 1972.
29. Канамори Х., Вада Д. Япония — мировая экономическая держава. М., 1986.
30. Коврижкин С. В. Космические исследования в Японии: социально-экономические и политические аспекты. М., 1979.
31. Курицын А. Н. Управление в Японии: организация и методы. М., 1981.
32. Мажоров С. Т. Военно-экономический потенциал современной Японии. М., 1979.
33. Мельников А. Т. Научные исследования в промышленности Японии. М., 1974.
34. Моритани М. Современная технология и экономическое развитие Японии. М., 1986.
35. Научно-техническая революция и противоречия капитализма. М., 1981.
36. Научно-технический прогресс в Японии. М., 1984.
37. Научно-технический прогресс в Японии на рубеже 70—80-х годов. М., 1983.
38. НТР, здоровье, здравоохранение. М., 1984.
39. Обухова Л. Е. Автоматизированное производство и человек. М., 1984.
40. Основные направления научно-технического прогресса. М., 1971.
41. Певзнер Я. А. Государственно-монополистический капитализм и теория трудовой стоимости. М., 1978.
42. Правящие круги Японии: механизм господства. М., 1984.
43. Прокожев А. А. Организация управления экономикой и государством в Японии. М., 1977.
44. Саката С. Практическое руководство по управлению качеством. М., 1980.
45. Сияглов А. А. Социально-экономические аспекты развития новой техники. М., 1982.
46. Скоров М. С. Научно-технический прогресс и тяжелая промышленность Японии. М., 1980.
47. Соколов А. И. Япония: экономика и образование. М., 1982.
48. Ставров О. А. Перспективы создания эффективного электромобиля. М., 1984.
49. Техничко-экономические критерии развития структуры производства. М., 1981.
50. Управление научно-техническим прогрессом. М., 1978.
51. Хартман В. Д., Шток В. Критический анализ буржуазных теорий и практики управления промышленными исследованиями и разработками. М., 1979.
52. Шахназаров Г. Х. Куда идет человечество. М., 1985.
53. Шухардин С. В., Кузин А. А. Теоретические аспекты современной научно-технической революции. М., 1980.
54. ЭВМ пятого поколения: концепции, проблемы, перспективы. М., 1984.
55. Эксплуатация трудящихся капиталистических стран в условиях НТР. М., 1984.
56. Яковенко Е. Г. Экономические циклы жизни машин. М., 1981.
57. Яковец Ю. В. Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование. М., 1984.
58. Япония. Ежегодник. М., 1983.
59. Япония в системе мировых хозяйственных связей. М., 1977.
60. Япония наших дней. М., 1983.
61. Япония: проблемы научно-технического прогресса. М., 1986.
62. Корэкара-но сёкугё норёку кайхацу (Развитие профессиональных способностей для будущего). Токио, 1986.
63. Моритани Масанори. Нихон-но сэнган гидзюцурёку (Возможности Японии в области передовой технологии). Токио, 1982.

64. Мэкатороникусу дзидай-но дзиндзай кайхацу (Развитие кадров в эпоху мехатроники). Токио, 1983.
65. Нихон-но гидзюцу — мирай нэмпё: 1982—2010 (Японская техника — хронология будущего: 1982—2010). Токио, 1983.
66. *Baark E.* Towards an Advanced Information Society in Japan: A Preliminary Study of Sociocultural and Technological Driving Forces. Lund, 1985.
67. *Moritani M.* Advanced Technology and Japanese Contribution. Tokyo, 1983.
68. Proceedings of the 1st International Conference on Flexible Manufacturing Systems. Bedford, 1982.
69. Proceedings of the International Conference on Advanced Robotics. Tokyo, 1983.
70. Proceedings of the 12th International Symposium on Industrial Robots. P., 1982.
71. Robots in the Japanese Economy. Tokyo, 1981.

Периодика

72. Бюллетень иностранной коммерческой информации.
73. Бюллетень иностранной коммерческой информации. Приложение.
74. Вопросы философии.
75. Известия.
76. Коммунист.
77. Мировая экономика и международные отношения.
78. Правда.
79. США. Экономика, политика, идеология.
80. Химическая промышленность за рубежом.
81. Экономика и организация промышленного производства.
82. Энергохозяйство за рубежом.
83. Гакудзюцу гэппо.
84. Гэккан NIRA.
85. Дзёхо сёри.
86. Дзидока гидзюцу.
87. Дэнси.
88. Дэнси гидзюцу.
89. Дэнси дзайрё.
90. Дэнси когё гэппо.
91. Ёсэцу гидзюцу.
92. Исикавадзима — Харима гихо.
93. Кагаку асахи.
94. Кагаку когаку.
95. Кагаку кэйдзай.
96. Кикай гидзюцу.
97. Кикай-но кэнкю.
98. Кикай сэккэй.
99. Кикай то когу.
100. Когё гидзюцу.
101. Коку гидзюцу.
102. Кэйданрэн гэппо.
103. Кэйрё канри.
104. Мицубиси дзюко гихо.
105. Найнэн кикан.
106. Никкакё гэппо.
107. Нихон кайсуй гаккайси.
108. Нихон кикай гаккай ромбунсю.
109. Нихон кикай гаккайси.
110. Нихон-но кагаку то гидзюцу.
111. Нияку то кикай.
112. Нэнрё оёби нэнсё.
113. Отомэсён.
114. Пуранто эндзиния.

115. Роботто.
116. Сё энэруги.
117. Сикидзай кёкай си.
118. Сэймицу кикай.
119. Сэрамиккусу.
120. Хинсицу канри.
121. American Metal Market/Metalworking News.
122. Asahi Evening News.
123. Assembly Automation.
124. Atoms in Japan.
125. Bobbin.
126. Chemical Technology.
127. Datamation.
128. Digest of Japanese Industry and Technology.
129. Economic Impact.
130. Energy.
131. Engineer.
132. The FMS Magazine.
133. The Futurist.
134. Industria.
135. Industrial Engineering.
136. Irish Computer.
137. Iron Age.
138. Iron Age Metalworking International.
139. Japan Computer Quarterly.
140. The Japan Economic Journal.
141. The Japan Industrial and Technological Bulletin.
142. Japan Labor Bulletin.
143. JIPDEC Report.
144. KKC Brief.
145. Look Japan.
146. Manufacturing Engineering.
147. Metalworking Engineering and Marketing.
148. Mitsubishi Electric Advance.
149. Production Engineer.
150. Robot News International.
151. Robotics Age.
152. Science and Technology in Japan.
153. The Wall Street Journal.

SUMMARY

Yu. D. Denisov's monograph, *Guidelines for the Scientific and Technological Progress in Contemporary Japan*, deals with the features of the scientific and technological progress in Japan today and with the socio-economic aspects of further technological modernization. The author evaluates the state-of-the-art, the technological prospects, and basic elements of Japan's potential in science and technology. It is noted that today Japan switches over from the broad use of foreign technologies to its own R&D, and the Japanese experts are tapping ever new fields of research whereby the traditional selective strategy for the development of science and technology gradually gives way to the total strategy of development.

Major scientific and technological programs in Japan are examined: state programs to encourage progress in science and production, R&D in the field of cardinally new technologies, including power generation and energy conservation and studies of the outer space and the World Ocean.

The author details the development trends in the Japanese electronics and computer technologies, and the leading tendencies in the improvement of management in engineering: the prospective types of computers (including fifth-generation computers), robotics, flexible manufacturing systems, etc.

Special emphasis is on social results of Japan's computerization, including the automatization of many human endeavours. In addition, the author stresses a pressing need to effect large-scale reorientation of labour resources to sweeping introduction of new information and production equipment.

The analysis suggests that today Japan goes through major restructuring that affects the total of Japan's productive forces.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<i>Глава 1. Состояние и перспективы научно-технического развития Японии</i>	7
Оценка уровня научно-технического развития	7
Особенности японской научно-технической стратегии	19
Долгосрочные прогнозы развития науки и техники в Японии	27
<i>Глава 2. Основные научно-технические программы Японии</i>	41
Целевые программы стимулирования научного и производственного развития	41
Ведущие исследования и разработки в области новых промышленных технологий	52
Программы совершенствования энергетической техники	62
Исследования и разработки в области «наук о жизни»	72
Работы в области освоения Мирового океана и космоса	79
<i>Глава 3. Тенденции в развитии и использовании информационных ресурсов в Японии</i>	90
Разработка и производство электронной и информационно-вычислительной техники	90
Процессы информатизации в жизни японского общества	102
Проблемы и перспективы создания систем искусственного интеллекта	114
<i>Глава 4. Машиностроительное производство в Японии на современном этапе</i>	125
Ведущие тенденции в совершенствовании производственного аппарата	125
Прогресс робототехники и машиностроение	141
Социальные аспекты развития новой производственной техники и технологий	159
Заключение	174
Примечания	177
Список использованной литературы	179
Summary	183

Юрий Дмитриевич Денисов

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В СОВРЕМЕННОЙ ЯПОНИИ

Утверждено к печати Институтом востоковедения Академии наук СССР

Редактор М. А. Унке. Младший редактор А. Ф. Дерибас. Художник Е. Н. Волков. Художественный редактор Б. Л. Резников. Технический редактор В. П. Стуковнина. Корректор А. В. Шандер

ИБ № 15797

Сдано в набор 14.05.87. Подписано к печати 14.10.87. А-09476. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. п. л. 11,5. Усл. кр.-отт. 11,75. Уч.-изд. л. 12,77. Тираж 6900 экз. Изд. № 6413. Зак. № 493. Цена 75 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»
Главная редакция восточной литературы. 103031, Москва К-31, ул. Жданова, 12/1
3-я типография издательства «Наука». 107143, Москва Б-143, Открытое шоссе, 28

Основные направления научно-технического прогресса в современной Японии

Автор книги, кандидат технических наук, анализирует состояние и перспективы развития науки и техники в Японии, рассматривает научно-технические программы в области создания новых видов информационно-вычислительной техники, прогрессивных материалов и технологий, более эффективных энергетических систем и др. Большое внимание в работе уделяется процессам информатизации и кибернетизации, принципиально изменяющим производственный аппарат промышленности, характер и содержание всех видов человеческой деятельности.

Рассматривая социальные аспекты развития новой производственной техники и технологии, автор показывает сложность и остроту многих проблем электронизации и автоматизации, ограниченные возможности их решения в условиях капитализма.

Содержащиеся в книге конкретные примеры использования достижений научно-технического прогресса позволяют ознакомиться с японским опытом в области соединения науки с производством.