

А. С. КОНСОН

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Допущено Министерством
высшего и среднего
специального образования
СССР в качестве учебного
пособия для студентов
приборостроительных
специальностей вузов



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1973

338 : 6П5
К 65

- Консон А. С.
К 65 Экономические расчеты в приборостроении. Учебное пособие. М., «Высшая школа», 1973.
200 с. с илл.

В учебном пособии излагаются методы: оценки технического уровня проектируемого прибора (аппарата, системы) и прогнозирования спроса на него, расчета себестоимости изготовления и цены спроектированного прибора, расчета расходов по эксплуатации и обобщающих денежных критериев экономической эффективности внедрения спроектированного прибора, исследования зависимости экономической эффективности прибора от различных факторов, расчета экономического потенциала разработки нового прибора (аппарата, системы).

Книга является учебным пособием по экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов приборостроительных, электронных и радиотехнических специальностей вузов. Она является полезным руководством для исследователей и разработчиков приборостроительных научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро по экономическим расчетам при проектировании новых типов приборов, аппаратов и систем, в частности ЭЦВМ.

К $\frac{0185-287}{001(01)-73}$ 30-73

338 : 6П5

Рецензенты:

Кафедра Московского авиационного института
им. С. Орджоникидзе; доц. О. Г. Туровец.

От автора

Дипломный проект — это первая большая проба творческих сил и возможностей будущего инженера. В экономической части дипломного проекта должны исследоваться те серьезные технико-экономические проблемы, которые встают при разработке соответствующего прибора. Поэтому одним из показателей зрелости молодого специалиста является глубина разработки экономической части его дипломного проекта.

Эта часть дипломного проекта должна представлять собой творческий поиск, в процессе которого проверяется, насколько правильны и оптимальны принятые в проекте принципиальные технические решения. Вот почему всей книге придан уклон творческого поиска, серьезных экономических исследований. Экономическая часть дипломного проекта должна показать умение будущего инженера-приборостроителя правильно и широко экономически мыслить при принятии им тех или иных технических решений.

В основе данного учебного пособия лежат многолетние исследования автора, его разработки теории и научной методологии экономических расчетов при проектировании приборов, аппаратов и систем.

Автор благодарит коллектив кафедры МАИ и доц. О. Г. Туровца за ценные советы при подготовке рукописи к печати.

Автор будет признателен читателям за все замечания, которые позволят улучшить данную книгу.

ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И РАСЧЕТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ НОВОГО ПРИБОРА (СИСТЕМЫ)

§ 1.1. Стадии разработки нового прибора

Основные этапы разработки и внедрения нового прибора (системы). Создание новых типов приборов и систем осуществляется посредством разработок. Каждая разработка (НИОКР) представляет собой планомерное проведение научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР). НИР заканчиваются созданием макета (часто действующего) или модели нового прибора. ОКР завершаются изготовлением опытного образца нового прибора. После этого осуществляется освоение серийного или массового производства созданного прибора промышленностью. Затем он внедряется в эксплуатацию (рис. 1.1).

Разработку новых приборов и систем производят отраслевые научно-исследовательские институты (НИИ) и конструкторские бюро (КБ). В НИИ обычно бывают больше развиты исследовательские подразделения, а в КБ — конструкторские. Для изготовления и испытания опытных образцов НИИ (КБ) имеет опытный завод или опытное производство.

В настоящее время НИИ (КБ) стремятся объединяться с приборостроительными заводами, создавая таким образом научно-производственные объединения или фирмы. Это позволяет сблизить науку с производством и тем самым быстрее использовать результаты научных исследований и разработок, сокращать путь от зарождения научно-технической идеи до ее практической реализации. Создание научно-производственных объединений способствует усилению связей НИИ (КБ) и заводов — изготовителей приборов. Включение НИИ (КБ) в состав

научно-производственных объединений повышает их ответственность за качество обработки передаваемой приборостроительным заводам технической документации; быстрее освоение приборостроительными заводами серийного выпуска новых моделей приборов; соответствие

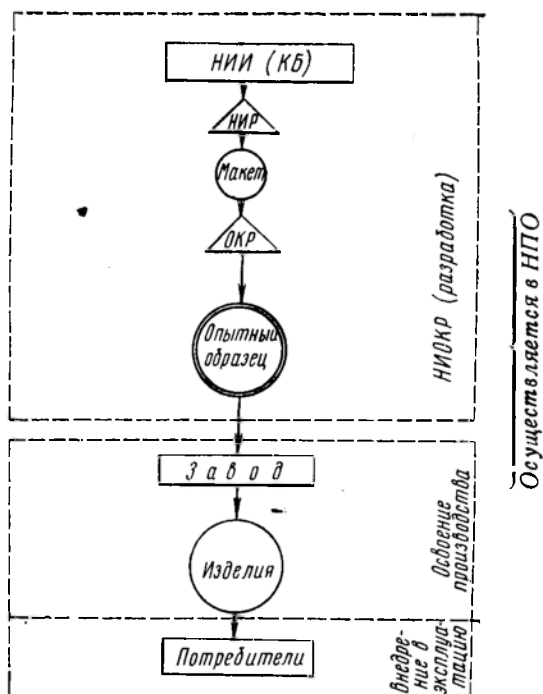


Рис. 1.1. Схема разработки, освоения выпуска и внедрения нового прибора (системы)

технического уровня и качества выпускаемых приборов современному передовому уровню науки и техники.

Основная цель создания научно-производственных объединений (НПО) — обеспечить максимальную заботу разработчиков и изготовителей новых типов приборов об их потребителях. НПО должны давать потребителям приборы самого высокого технического уровня и качества, обеспечивающие им максимальный экономический эффект в эксплуатации.

В составе лучших современных приборостроительных НПО создаются новые службы (службы по сдаче в аренду или напрокат, техническому обслуживанию и ремонту выпускаемых приборов, а также консультации потреби-

телей о возможностях наилучшего использования этих приборов), цель которых — возможно лучшее обслуживание потребителей.

Стадии разработки конструкторской документации. Современные стадии разработки конструкторской документации, установленные ГОСТ 2103—68, введенном в действие с января 1971 г., показаны на рис. 1.2.

Техническое задание устанавливает назначение, характеристики, показатели качества и требования к разрабатываемому прибору.

Техническое предложение — это технико-экономическое обоснование целесообразности разработки данного прибора. Эскизный проект содержит принципиальные конструктор-

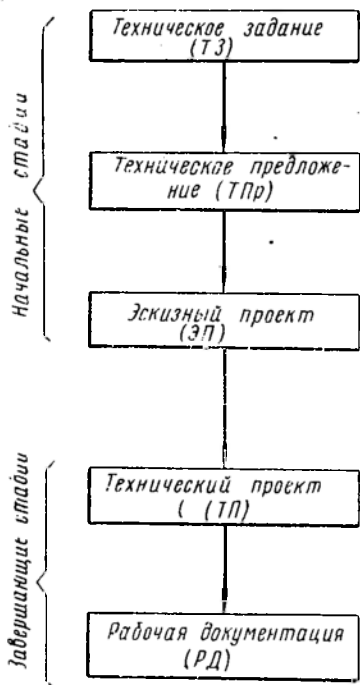


Рис. 1.2. Стадии разработки конструкторской документации нового прибора (системы)

ские решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы данного прибора (системы).

Технический проект содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого прибора. Рабочая документация нужна для изготовления опытного образца и серийного производства нового прибора.

После изготовления и проведения заводских, государственных или межведомственных испытаний опытного образца производится необходимая корректировка кон-

структорской документации. Корректировка конструкторской документации осуществляется и после изготовления и испытания головной серии приборов.

Особое значение имеют начальные стадии разработки конструкторской документации. На этих стадиях выдвигаются и обосновываются новые проектные идеи. Именно здесь на основе разработки и оценки альтернатив вырабатывается концепция создания нового прибора (системы) и закладываются принципиальные основы всего проекта.

В процессе проведения каждой разработки одни и те же технические задачи могут решаться различными средствами.

Так, выбор типа запоминающего устройства (ЗУ) для электронной цифровой вычислительной машины (ЭЦВМ) не решается однозначно. Он зависит от конкретных требований, предъявляемых к вычислителю.

При выборе типа внешней памяти ЭЦВМ нужно решить, делать ли память дисковой или на барабанах, сменной или несменной, последовательного или параллельного типа, со встроенной или внешней синхронизацией, применить ли магнитные головки «летающие» или контактного типа, подвижные или жестко связанные с одной определенной дорожкой, какую принять схему электронной коммутации головок, принять ли запись на магнитном носителе фиксированной или переменной длины.

Чем больше альтернатив, тем больше возможностей для осуществления творческих замыслов при создании нового прибора (системы). Обсуждение и оценка идей позволяют отобрать и рекомендовать наиболее перспективные из них, которые обеспечат наилучшую комбинацию важнейших технико-экономических показателей создаваемого прибора (системы). В процессе проведения разработки необходимо следить за тем, сохраняет ли идея прибора свою актуальность в изменяющихся условиях по мере дальнейшего прогресса техники. Неправильные решения, принятые на начальных стадиях проектирования, могут привести к неудаче всей разработки.

Эскизный проект определяет технический уровень всего проекта. Входными данными на этом этапе служат требования заказчика или назначение прибора (системы), выходными — объяснительные записки, результаты расчетов, графики и чертежи.

На этапе технического проектирования рассматриваются альтернативы основных составных частей нового прибора. Кроме того, на этом этапе выполняется большой объем инженерных расчетов и составляются технические спецификации.

На стадии рабочего проекта в намеченные сроки с минимальной трудоемкостью выполняются проектные работы. Эта стадия характеризуется вовлечением большого числа людей. Задача приобретает здесь все более расчетный характер. При этом требуется оперировать возрастающим числом конструктивных данных.

Использование ЭЦВМ на различных стадиях проектирования приборов и систем. ЭЦВМ играют важную роль в решении проектных задач. Они применяются при проектировании приборов и прежде всего для замены трудоемких и длительных «ручных» расчетов.

Использование ЭЦВМ на начальных стадиях проектирования высвобождает время на творческие поиски за счет сокращения сроков выполнения расчетов и чертежей. На этапе технического проектирования использование ЭЦВМ облегчает информационный поиск соответствующих технических данных. Имеются программы для расчета с помощью ЭЦВМ ряда характеристик приборов и систем. Применение ЭЦВМ при проектировании обеспечивает быструю обратную связь и эффективное использование метода последовательных приближений. С помощью ЭЦВМ открылась возможность разработки графических материалов и чертежей.

Система проектирования приборов с применением ЭЦВМ содержит серии прикладных программ, архив технических данных и внешние данные, служащие для разработки проектов вплоть до вычерчивания чертежей. Однако использование единых машинных программ разными НИИ, КБ и заводами пока затрудняется разнообразием конструкций ЭЦВМ, языков и методов программирования, а также отсутствием соответствующих линий связи и оконечных устройств сопряжения.

ЭЦВМ могут выдавать графическую информацию — электронные графики и чертежи. При некоторых дополнительных устройствах обеспечивается получение результата в виде микрофильма.

При машинном способе внесения изменений в чертежи необходимая часть чертежей может быть «выбрана»

из массива информации, обчислена и представлена на экране. В чертежи могут быть внесены нужные изменения (на основе расчетов ЭЦВМ), после чего нажатием кнопки их можно снова ввести в ЗУ ЭЦВМ.

Таким образом, использование ЭЦВМ на различных стадиях проектирования приборов повышает производительность труда при их проектировании; сокращает время разработки новых проектов и внесения изменений в существующие проекты; снижает затраты на проектирование приборов; сокращает сроки выполнения заказов; улучшает использование ресурсов.

Одной из новых сфер использования ЭЦВМ стало машинное проектирование интегральных схем. Первые сообщения о применении ЭЦВМ для проектирования микросхем появились еще в 1964 г. Но вначале применение их ограничивалось выполнением вычислительных работ большого объема. Затем при помощи ЭЦВМ начали оценивать влияние отклонений параметров схемы на ее качественные показатели. Это важно для определения работоспособности схемы в интервале различных воздействий (температуры, влажности, радиации, времени, изменений питающих напряжений).

Круг задач, решаемых при помощи ЭЦВМ, расширялся, а их сложность росла. Оказалось возможным решать задачи, связанные с выбором оптимальных значений параметров схемы, разработкой оптимальных геометрии и расположения элементов схемы и межэлементных соединений. ЭЦВМ позволили также моделировать повреждение компонентов и оценивать надежность.

В настоящее время ЭЦВМ используются уже почти на всех стадиях проектирования интегральных схем. Становится возможным по-новому организовать процесс проектирования и сделать его более совершенным. Без ЭЦВМ теперь практически невозможно проанализировать сложные многопараметрические интегральные схемы, исследовать чувствительность и провести статистическое моделирование.

Наступит время, когда разработчику останется только принять спроектированную с помощью ЭЦВМ схему и выдать задание на необходимые исправления. Полагают, что ЭЦВМ будут широко использовать для подготовки рабочих чертежей, отладки программ для управления

обрабатывающими станками и выработки данных для производственного контроля.

Все более широко внедряется автоматизация процессов проектирования и изготовления интегральных схем (ИС). Это в значительной степени определяется растущим спросом на МОП ИС¹, выполненные по заказу. При этом ЭЦВМ могут делать все: от превращения системы логических уравнений в электрическую схему блока до выдачи в печатном виде инструкций для изготовления ИС. Они хранят в своей памяти элементы (стандартные подсхемы, из которых можно скомпоновать ИС), распределяют логические функции по электрическим схемам и управляют изготовлением оригиналов для фотошаблонов.

Основным достоинством применения ЭЦВМ в производстве МОП-схем является скорость. Получив только логические уравнения в качестве исходных данных, фирма и изготовитель ИС, использующая ЭЦВМ в процессе проектирования и изготовления, может быстрее дать готовые схемы, сократив также стоимость их проектирования.

Однако на выбор метода расчета, составление и отладку машинных программ, обработку результатов и получение нужных зависимостей требуется пока много времени. Проектирование с применением ЭЦВМ связано с большими затратами. Некоторые же расчеты требуют и большой машинной памяти. Из-за этого ЭЦВМ в настоящее время еще не могут быть широко использованы для комплексного проектирования микросхем. Однако проектирование при помощи ЭЦВМ является очень перспективным.

§ 1.2. Необходимость и содержание экономического анализа и расчетов на различных стадиях разработки нового прибора

Связь техники с экономикой. На всех стадиях разработки и этапах внедрения нового прибора необходимы экономические обоснования и расчеты. Это обуславливается тем, что техника тесно связана с экономикой. Экономия затрат и удовлетворение качественно новых пот-

¹ Интегральные схемы, выполненные по технологии металл-окисел-полупроводник (МОП).

ребностей общества является главной пружиной технического прогресса. Например, наиболее экономичным методом исследования Солнечной системы являются полеты непилотируемых космических кораблей. Как правило, полет автоматического аппарата в 20—30 раз дешевле пилотируемого. Здесь отсутствует и риск, связанный с посылкой человека в космос.

Еще в 1930 г. было задумано создание видеофонной абонентской сети связи. Однако реализация этой идеи становится возможной лишь в последнее время. Это объясняется тем, что раньше абонентская аппаратура видеофонной системы связи стоила очень дорого и была ненадежной. Современная же аппаратура видеофонной связи выпущена в интегральном исполнении. В ней применен вновь разработанный видикон, срок службы которого 10 000 ч. Прогнозы предусматривают, что со временем абонентский видеофон получит широкое развитие.

Обеспечение заданного коэффициента усиления на интегральных схемах не связано с существенными денежными затратами. Это делает выгодным стабилизировать схемы с помощью отрицательной обратной связи. Важным результатом экономичности обратной связи (на уровне аппаратуры) явилась возможность создания электронной аппаратуры, практически не нуждающейся в настройке, производимой человеком. Это снижает не только производственные затраты на наладку, но и эксплуатационные расходы.

Как видим, внедрение различных технических усовершенствований следует рассматривать не только с технической, но и с экономической точки зрения. Экономика приобретает все большее значение при решении технических проблем.

Понятие экономической эффективности внедрения нового типа прибора. Экономическое обоснование разработок и проектов новых типов приборов необходимо для выявления экономической эффективности их внедрения. Само содержание понятия экономической эффективности существенно изменилось. Экономичность изделия рассматривалась как его дешевизна. Теперь высокая экономичность — это понятие гораздо более сложное и широкое, чем низкая цена самого изделия.

Что же такое в современном представлении экономическая эффективность внедрения нового прибора? Опре-

деление экономической эффективности в социалистическом хозяйстве предполагает сопоставление народнохозяйственного эффекта, получаемого посредством внедрения прибора нового типа, с народнохозяйственными затратами:

$$\varepsilon = \frac{A}{W}, \quad (1.1)$$

где ε — экономическая эффективность внедрения нового типа прибора (системы); A — экономический эффект, получаемый от внедрения этого прибора; W — затраты, связанные с получением этого эффекта.

Во всех случаях при экономической оценке любых технических решений в социалистическом хозяйстве обязательно должна определяться их народнохозяйственная эффективность

$$\varepsilon_{н.х} = \frac{A_{н.х}}{W_{н.х}}, \quad (1.2)$$

где $\varepsilon_{н.х}$ — народнохозяйственная эффективность внедрения нового типа прибора; $A_{н.х}$ — народнохозяйственный эффект от его внедрения; $W_{н.х}$ — народнохозяйственные затраты.

Возможность определения критерия народнохозяйственной эффективности является очень существенным преимуществом социалистического хозяйства. Он обеспечивает оценку эффективности каждого прибора исходя из интересов всего народного хозяйства. В капиталистическом хозяйстве монополии всячески тормозят внедрение новейших видов приборов и систем. Например, созданию в США внутригосударственной системы спутниковой связи противодействуют телефонно-телеграфные компании.

При экономическом обосновании прибора нового типа обычно определяется его сравнительная народнохозяйственная эффективность

$$\varepsilon_{2/1} = \frac{\Delta A_{2/1}}{\Delta W_{2/1}}, \quad (1.3)$$

где $\varepsilon_{2/1}$ — сравнительная экономическая эффективность нового (второго) варианта прибора по сравнению с предыдущим (первым) вариантом; $\Delta A_{2/1}$ — дополнительный народнохозяйственный эффект, получаемый от прибора, выполненного по второму варианту проекта, по сравне-

нию с первым; $\Delta W_{2,1}$ — дополнительные народнохозяйственные затраты, с которыми связано осуществление нового (второго) варианта прибора по сравнению с первым.

В качестве объектов для сравнения надо выбирать самые передовые, лучшие из имеющихся в отечественной и зарубежной практике конструкции, удовлетворяющие те же потребности. Прибор, принимаемый в качестве объекта для сравнения, может быть основан на совершенно иных физических идеях и принципах, чем вновь спроектированный. Единым для сопоставляемых приборов должен быть не лежащий в их основе физический принцип, а решаемые с их помощью задачи. Для проверки того, во всех ли случаях в процессе проектирования выбирались наилучшие пути решения, целесообразно произвести сопоставление принятых принципиальных технических решений с другими, возникшими в процессе проектирования вариантами.

Представляет самостоятельный интерес и сопоставление вновь создаваемого прибора с теми, которые выпускаются сейчас отечественными приборостроительными заводами, а также с теми, которые он должен заменить на предприятиях, эксплуатирующих эти изделия.

В подавляющем большинстве случаев *основой экономического эффекта A от внедрения нового типа прибора является экономия затрат общественного труда $\Delta W_э$* . Если экономический эффект от внедрения прибора нового типа состоит в экономии затрат ($A = \Delta W_э$), то экономическая эффективность ε его внедрения может быть выражена числом:

$$\varepsilon = \frac{A}{W} = \frac{\Delta W_э}{W}. \quad (1.4)$$

Показатель эффективности ε характеризует относительную величину достигаемой с помощью нового прибора (системы) экономии затрат общественного труда.

Однако этим не всегда исчерпывается экономический эффект от внедрения новых типов приборов. *В ряде случаев созданный прибор позволяет решить качественно новые задачи, удовлетворяя новые потребности общества*¹. В таких случаях экономическую эффективность его внед-

¹ Подробнее о качественно новом эффекте, который может быть получен от создаваемых приборов и систем, см. в § 6.2.

рения часто не удается выразить каким-либо одним числом.

Обобщающая оценка экономической эффективности технических решений должна производиться на основе денежных показателей эффективности, характеризующих рост производительности общественного труда. Кроме этого, необходимо учитывать все те технико-экономические параметры и факторы, которые не находят выражения в денежных показателях и имеют важное самостоятельное значение.

Задача выбора экономически наиболее эффективных решений при разработке нового типа прибора (системы). В каждый момент времени имеется ряд возможностей создания нового типа прибора (системы). Выбор наиболее эффективных из них осуществляется на основе экономического анализа.

Так, большое количество вариантов возможных решений, оказывающих влияние на экономические показатели, имеет место при разработке современных настольных и малогабаритных ЭЦВМ с небольшим объемом памяти. Здесь встает, например, вопрос о том, какой тип ЗУ в них наиболее эффективно использовать: с произвольной выборкой на ферритовых сердечниках или с последовательной выборкой (последовательное ЗУ) на магнитострикционных линиях задержки. При этом само ЗУ на ферритовых сердечниках стоит дешевле. В то же время последовательное ЗУ в малогабаритных вычислителях и других небольших ЭЦВМ позволяет более гибко и просто организовать структуру вычислителя. Это их преимущество может с избытком компенсировать более высокую стоимость самого ЗУ.

Или, скажем, вопрос о том, какие интегральные схемы целесообразней использовать: схемы высокого уровня (15 в) или низкого уровня (5 в)? 15-вольтовые ИС обладают большей помехоустойчивостью и, следовательно, большей стабильностью в условиях электрически «шумных» промышленных предприятий. Однако эти схемы дороже. В то же время путем простой и дешевой экранировки транзисторно-транзисторных логических ИС низкого уровня их также можно сделать помехоустойчивыми. Каким же ИС надо отдать предпочтение и в каких случаях? На подобные вопросы нельзя дать ответа без тщательного экономического анализа.

Разработчики приборов и систем очень часто имеют в своем распоряжении достаточно большой выбор путей их создания. Поэтому обычно рассматривается несколько возможных вариантов создания прибора.

Избыточное количество идей и альтернатив помогает выбрать экономически наиболее эффективное решение. Так, почти ежедневно возникают новые направления в разработке корпусов интегральных схем. В каждом конкретном случае разработчики приборов должны возможно более точно оценить все преимущества и недостатки каждого конкурирующего варианта, прежде чем сделать окончательный выбор. Надо уметь правильно оценивать все варианты не только технически, но и экономически.

Решающее значение в выборе наиболее эффективного варианта имеет как стоимость проектирования и изготовления прибора, так и расходы по его эксплуатации. В некоторых случаях для того, чтобы новый прибор стал эффективным и имел спрос, необходимо преодолеть именно стоимостной барьер, т. е. существенно снизить цену прибора и тем самым открыть новые перспективы его применения.

С выбором экономически наиболее эффективных вариантов исследователям и разработчикам приходится сталкиваться в процессе разработки не только новых моделей приборов (систем), но и технологических процессов. Так, создание интегральных схем в настоящее время возможно на базе различных технологических подходов. В области производства МОП-приборов сейчас конкурирует несколько технологических процессов: нитридная пассивация, ориентация кристалла, структура с кремниевым затвором и др.

При изготовлении МОП-структур требуется меньшее число операций. Кроме того, в интегральных схемах на МОП-структурах можно разместить больше элементов на единице площади кристалла, чем в биполярных ИС. Но новый упрощенный и экономичный способ изготовления биполярных интегральных схем, получивший сокращенное название «трим» (три маски), становится конкурентом МОП-технологии в области изготовления сдвиговых регистров и ЗУ большой емкости.

Интегральные схемы, изготовленные по «трим»-технологии, имеют те же характеристики, что и МОП ИС. В то же время новая технология в принципе дешевле МОП-

технологии, так как предполагает выполнение меньшего количества операций. Если обычный процесс изготовления биполярных ИС состоит из шести или семи этапов маскирования, а технология приборов с МОП-структурой требует пяти таких этапов, то «трим»-технология нуждается лишь в трех процессах маскирования (для диффузии базы, для совместной диффузии эмиттера и коллектора и для металлизации).

Задачи экономического анализа и расчетов при создании новых типов приборов (систем). При проведении разработок новых приборов (систем) экономический анализ и расчеты позволяют дать обобщенную оценку в денежном выражении разнообразных достоинств и недостатков прибора нового типа, исследовать различные варианты конструкции и экономически оценить каждую новую идею. Экономические показатели дают обобщенную оценку конструкции нового прибора. Они помогают перейти от многочисленных отдельных технических параметров к оценке конструкции в целом.

Народнохозяйственное значение очень многих технических параметров выражается одним или несколькими обобщающими экономическими показателями, которые позволяют соизмерять различные технические параметры. Стоимостные критерии являются важными, а часто — важнейшими параметрами разработки новых приборов. Каждый проект прибора или системы завершается обоснованием экономической эффективности внедрения, а все принятые в проекте принципиальные технические решения должны быть обоснованы. Отсутствие экономических обоснований и расчетов приводит к ошибкам в проектировании, к созданию неэффективных конструкций.

Экономический анализ и расчеты показывают те направления, по которым нужно идти, чтобы добиться создания высокоэффективных конструкций. Экономические расчеты, связанные с созданием новых типов приборов, необходимы и для:

- выбора наиболее эффективных направлений проведения работ;

- прогнозирования и планирования развития приборостроительной техники;

- оценки результатов работы отраслевых приборостроительных НИИ и ОКБ, их отделов, лабораторий и отдельных исследователей и разработчиков;

оценки технического уровня приборов (систем) в различные периоды их создания и эксплуатации;

решения вопроса о целесообразности модернизации находящихся в эксплуатации приборов (систем) и замене их новейшими, а также для решения многих других задач.

Характерные особенности экономического анализа и расчетов создаваемого прибора (системы). Технические расчеты и анализ позволяют проверить самую возможность создания нового прибора (системы), его работоспособность. Цель технических расчетов — удостовериться в том, что новый прибор получится, что его можно создать, что он будет работать так, как это ожидается. Технические расчеты поэтому осуществляются вплоть до отдельных элементов этого прибора и их взаимосвязей друг с другом.

Экономический анализ и расчеты связаны с широким взглядом на вновь создаваемый прибор (систему) и дают возможность оценивать новые приборы с точки зрения экономики страны в целом, а также понимания нужд потребителей. Они заставляют исследователя и разработчика выйти за рамки отдельных частей создаваемого прибора и их взаимодействия и рассматривать этот прибор в тесной связи с теми системами, в которые он должен встраиваться. Экономический анализ позволяет выявить все отрасли, все связи в народном хозяйстве, на которых отразится внедрение этого прибора и не только сейчас, но и в будущем, когда эти связи изменятся, вскрыть те новые проблемы, которые данный прибор (система) ставит перед изготовителями и потребителями (например, целесообразно ли прибор продавать или лучше сдавать его напрокат, т. е. в аренду).

Первостепенное значение имеет качественный экономический анализ. Именно он позволяет учесть все то, что еще не поддается количественному расчету, например, выявить, как отразится вновь создаваемый прибор (система) на облегчении труда и повышении техники безопасности.

Для экономического анализа и расчетов недостаточно знать только сегодняшние экономические соотношения и характеристики. Они непрерывно меняются по мере прогресса техники. Важно еще прогнозировать, какими станут эти экономические характеристики в будущем.

Так, с переходом от схем на дискретных приборах к интегральным схемам стали неприменимы прежние соотношения затрат на изготовление отдельных элементов. При изготовлении обычным методом транзистор стоит в 4—5 раз дороже диода $z_t = (4 \div 5) z_d$. В интегральных же схемах транзистор лишь в 1,5 раза дороже диода $z_{т.и} = 1,5 z_{д.и}$. Поэтому при использовании интегральных схем выгодно создавать логические схемы на транзисторах. Получаемый при этом выигрыш в быстродействии схемы компенсирует сравнительно небольшое увеличение стоимости. В схемах же из отдельных деталей это достигается слишком большими затратами. Низкая стоимость активных элементов привела к резкому увеличению числа транзисторов, используемых в интегральных схемах.

Экономический анализ и расчеты динамичны. Они предусматривают непрерывное изменение исходных величин, которые кладутся в основу экономического расчета.

Необходимость экономического анализа и расчетов на всех стадиях разработки нового прибора (системы). Экономический анализ должен осуществляться на всех стадиях проведения разработок. Это обуславливается тем, что на каждой последующей стадии проектирования уточняются и расширяются представления о создаваемом приборе, его устройстве, параметрах, элементах, из которых он состоит, и работе. По мере уточнения на последующих стадиях проектирования численных значений отдельных параметров вносятся соответствующие исправления и в ранее сделанные экономические расчеты, так как результат расчета экономической эффективности внедрения нового прибора определяется прежде всего именно численным значением его технических параметров.

Кроме того, по мере расширения на последующих стадиях проектирования самого круга разрабатываемых вопросов появляется необходимость экономических обоснований принимаемых более частных технических решений (например, экономическое обоснование выбора рода материалов для изготовления отдельных деталей прибора, конструктивного оформления отдельных элементов и др.).

На начальных этапах разработки расчет экономических показателей бывает очень приближенным и основыв-

вается на предварительной информации со многими допущениями. По мере дальнейшего проведения разработки начальная неопределенность уменьшается. Когда разработка вырисовывается уже яснее, становится доступной более определенная информация. Тогда появляется возможность замены многих ранее сделанных допущений известными факторами или более обоснованными предположениями. На завершающей стадии разработки, когда проведены испытания нового прибора, все ранее сделанные предположения и оценки заменяются данными фактических измерений, соответственно уточняется и ранее сделанный экономический расчет.

Содержание экономической части проекта прибора (системы). В экономической части проекта прибора приводятся:

- выбор объектов для сравнения и оценка технического уровня спроектированной конструкции;

- выявление областей, в которых может использоваться новый прибор и прогноз ожидаемого на него спроса (см. гл. 3);

- расчет и сопоставление годовой производительности приборов по сравниваемым вариантам;

- расчет и прогноз снижения себестоимости и оптовой цены вновь созданного прибора в различные годы его выпуска;

- расчет и сопоставление капитальных вложений по сравниваемым вариантам;

- расчет и сопоставление эксплуатационных расходов по сравниваемым вариантам;

- расчет экономии приведенных годовых затрат от внедрения нового прибора (см. § 6.1);

- расчет обобщающих денежных показателей экономической эффективности внедрения вновь созданного прибора;

- итоговая оценка экономической эффективности внедрения спроектированного прибора с учетом значения также того качественно нового технического (эксплуатационного) эффекта, который он дает;

- исследование зависимости экономической эффективности вновь созданного прибора от различных факторов;

- расчет денежного экономического потенциала разработки этого прибора;

- оценка общего экономического потенциала всей раз-

работки с учетом всех качественных составляющих эффекта, получаемого от ее внедрения.

Использование новейших математических методов и ЭЦВМ для экономических расчетов при проектировании приборов и систем. В последнее время к экономическому анализу создаваемых приборов и систем привлекаются новейшие математические методы: линейное программирование, метод Монте-Карло, динамическое программирование, теория массового обслуживания, теория информации, теория игр. Для исследования экономических задач строятся математические модели, позволяющие представить явление в виде серии уравнений, а для расчетов используются ЭЦВМ. В уравнения подставляют значения величин, полученные в результате наблюдений. Если поведение модели соответствует действительности, то с некоторыми ограничениями строят прогноз на будущее.

Ряд зависимостей можно приближенно представить системой линейных уравнений и неравенств с использованием линейного программирования. Метод Монте-Карло дает возможность вести испытания в абстрактных ситуациях. Теория игр рассматривает проблему выбора стратегии, позволяющей участнику конфликта получить наибольший выигрыш.

Экономический анализ создаваемого прибора (системы) с использованием правильных моделей имеет большое значение. При моделировании реальная ситуация заменяется идеализированной системой, в которую входит несколько определяющих факторов. Математические модели имитируют затраты, эффект и эффективность.

Элементы, исключенные из модели, не отбрасываются совсем, а откладываются до позднейшего рассмотрения. Одной из важнейших задач анализа и является выявление существенных факторов. При создании модели ее сначала описывают упрощенно, а потом более детально.

В ряде случаев математическая модель создает хорошую основу для обдумывания и обсуждения проблемы, а также для проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Однако не всегда удается получить полное аналитическое представление о рассматриваемых экономических задачах. Главное внимание следует уделять выявлению и обоснованию тех факторов, которые необходимо учитывать при решении рассматриваемой задачи, а также не-

предвиденным факторам, влияющим на оценку экономической эффективности создаваемого прибора. Появившаяся в процессе этого анализа хорошая новая идея может иметь огромное практическое значение.

Некоторые переменные бывает трудно выразить в численной форме, так как они или не поддаются количественной оценке, или не существует соответствующей шкалы измерения. Важно, чтобы эти переменные не затерялись среди множества количественных соотношений.

Точность и совершенство математических методов должны быть соизмеримы с точностью исходных предположений. Для многих видов приборов и систем еще нет некоторых данных и информации такого вида, которые необходимы. В этом случае при проведении экономического анализа вновь создаваемых приборов (систем) не применяются усложненные математические модели, линейное программирование и другие новейшие математические методы. Достоверность результата не может быть выше достоверности модели, с которой работает вычислительная машина.

Сбор и систематизация исходной информации, необходимой для экономического анализа и расчетов при проектировании прибора. Качество разработки экономической части проекта определяется тем, насколько полно собраны данные, необходимые для экономического анализа и расчетов.

Надо прежде всего собрать все технико-экономические показатели по тем отечественным и зарубежным приборам-аналогам, а также другим конкурирующим разработкам, с которыми в проекте будет сопоставляться вновь созданное устройство; технико-экономические показатели, приводимые в ГОСТе на подобные приборы; изучить поступившие на завод-изготовитель рекламации потребителей на прибор-аналог; познакомиться с проводимыми на заводе мероприятиями по дальнейшему повышению надежности и качества, а также снижению себестоимости и цены прибора-аналога; получить последнюю калькуляцию себестоимости и оптовой цены прибора-аналога; собрать и проанализировать данные об изменении в различные годы количества выпускаемых приборов, себестоимости и оптовой цены прибора-аналога; получить необходимые для расчета себестоимости вновь

создаваемого прибора численные значения коэффициентов, характеризующих отношение цеховых расходов по разным цехам и общезаводских расходов к основной производственной заработной плате; численное значение коэффициента, характеризующего отношение внепроизводственных расходов к заводской себестоимости; уровень рентабельности, принимаемый при расчете оптовой цены прибора в различные периоды его выпуска.

На предприятиях (в организациях), эксплуатирующих подобные приборы, надо собрать и изучить данные о составе расходов по эксплуатации таких приборов; числе часов в смену, смен в сутки и дней в году, в течение которых используются такие приборы; часовой и годовой производительности подобных приборов; количестве и квалификации персонала, призванного обслуживать этот прибор; численных значениях отдельных элементов эксплуатационных расходов; недостатках этих приборов, выявляемых при эксплуатации и ремонте; частоте и стоимости их ремонтов.

Экономическая часть проекта оформляется в виде самостоятельного раздела. Кроме того, в соответствующих других разделах проекта должны приводиться необходимые технико-экономические обоснования принципиальных технических решений, принятые в процессе разработки нового прибора.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СПРОЕКТИРОВАННОГО ПРИБОРА (СИСТЕМЫ)

§ 2.1. Таблица исходных данных для оценки технического уровня создаваемого прибора

Понятие технического уровня прибора. Важнейшей характеристикой новых разработок, а также выпускаемых предприятиями приборов является технический уровень, показывающий, соответствуют ли параметры вновь создаваемого отечественного прибора лучшим современным мировым образцам и тем моделям, которые появятся к началу его промышленного выпуска. Технический уровень характеризует физические свойства и возможности прибора, степень его технической новизны, он является основой качества прибора.

Технический уровень и экономическая эффективность создаваемого прибора. Технический уровень прибора (системы) лежит в основе экономической эффективности его использования. Чтобы повышать экономическую эффективность приборов, необходимо все больше совершенствовать их технические параметры.

Возникает вопрос, для чего надо определять технический уровень прибора? Почему недостаточно рассчитать только экономическую эффективность его внедрения? Некоторые авторы полагают, что поскольку экономической эффективностью оценивается все, то нет надобности определять еще и технический уровень прибора. Однако данный вопрос является гораздо более сложным.

Анализ технического уровня и расчеты экономической эффективности внедрения новых типов приборов (систем) не исключают, а дополняют друг друга. Как правило, оценка технического уровня создаваемого прибора предшествует расчету его экономической эффективности. Она дает возможность судить о прогрессивности параметров

создаваемого прибора, определяющих его экономическую эффективность. Особенно важна такая оценка при создании приборов (систем), с помощью которых достигаются новые цели, которые другими путями достичь пока нельзя. Эффективность таких приборов далеко не всегда удается подсчитать на основе одних только денежных показателей.

Задача обеспечения высокого технического уровня разрабатываемых приборов. В целях обеспечения более высокого технического уровня и качества всех изделий ЦК КПСС и Совет Министров приняли в ноябре 1970 г. постановление «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой продукции».

Высокий технический уровень отечественных приборов и систем способствует усилению научно-технического и экономического потенциалов нашей страны, а также укреплению ее оборонной мощи. От технического уровня приборов зависит не только рост производительности общественного труда, но и возможность удовлетворения новых потребностей общества, улучшения качества продукции, решения новых научных задач, т. е. лучшее удовлетворение потребностей тружеников социалистического общества.

Правильное определение технического уровня разработок новых приборов имеет огромное значение и для выявления результатов деятельности отраслевых приборостроительных НИИ и КБ, главной задачей которых является обеспечение превосходства технического уровня советских приборов над зарубежными.

При выборе средств достижения и превышения наивысшего мирового уровня систем не обязательно повторять весь путь последовательной смены моделей, пройденный рассматриваемым прибором за рубежом. В ряде случаев гораздо правильней бывает сразу концентрировать все силы на разработке и освоении самых передовых моделей таких приборов (рис. 2.1). Иначе достижение наивысшего мирового уровня в этой области может быть оттянуто на длительное время.

Значение высокого технического уровня прибора для продажи лицензий на него иностранным фирмам. Если технический уровень вновь созданных отечественных приборов опережает мировой, то Советский Союз может продать лицензии на них иностранным фирмам, а также экс-

портировать эти изделия в другие страны. Задача состоит в том, чтобы все больше отечественных прикладных исследований и разработок новых приборов выполнялось на уровне открытий и изобретений, которые можно было бы использовать в нашей стране, а также продать по лицензиям зарубежным фирмам.

Продажа советских лицензий является очень важным показателем при оценке результатов работы отраслевых

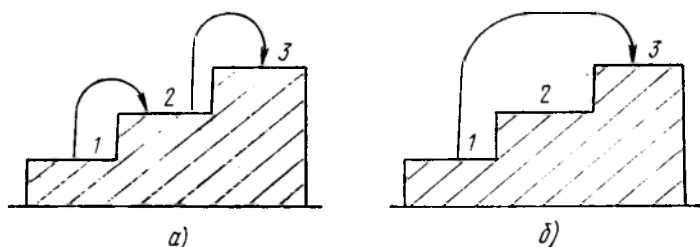


Рис. 2.1. Два пути подъема технического уровня прибора, отставшего от наивысшего мирового уровня:

а — в два этапа (вначале на ступень 2, а потом — на ступень 3); *б* — в один этап (сразу на ступень 3, соответствующую наивысшему мировому уровню)

приборостроительных НИИ и КБ, доказательством того, что создавший новый прибор НИИ (КБ) находится в данной области на передовом уровне мировой науки и техники.

Для того чтобы продать лицензии, каждый НИИ должен *тщательно изучать патентоспособность проводимых разработок*. Оформляя заявку на защиту своих изобретений, они не только обеспечивают возможность продажи лицензий на них, но и защищают экспорт советских приборов.

Изделие (материал, технологический процесс), сущность которого раскрыта, не может быть запатентовано. Любая иностранная фирма может тогда копировать его. Поэтому на новые типы изделий, выполненные на уровне лучших мировых достижений, а тем более превосходящие их, должны своевременно оформляться авторские свидетельства.

По лицензии обычно передается не только техническая документация на новые приборы, но и знания, опыт, а также то, что принято называть секретами производ-

ства. Стоимость лицензий — это плата за право использования патентных прав на изобретение и получение необходимой технической документации (пояснительных записок, инструкций, спецификаций) и других сведений, касающихся новой конструкции изделия, материала или технологического процесса.

Стоимость лицензии определяется многими факторами: ценностью изобретения, т. е. величиной получаемого от него экономического эффекта; новизной физических принципов, на которых основано это изобретение; затратами и длительностью проведения прикладных исследований и разработок по созданию этого изделия: продолжительностью времени завершения разработок новых типов данных изделий в других странах или другими фирмами; ожидаемым объемом выпуска продукции по лицензии в течение всего срока ее действия; отраслью народного хозяйства, к которой относится лицензия; территорией, на которой лицензия предоставляет право производства, использования и продажи данных изделий; продается ли данная лицензия только этой фирме или еще и другим фирмам; наличием патентной защиты изобретения; объемом передаваемой документации.

Стоимость лицензии обычно определяется как

$$S_{\pi} = S_{\pi} + \sum_{i=T_{\pi}}^{T_d} S_{\pi i}, \quad (2.1)$$

где S_{π} — общая стоимость лицензии, в единицах валюты; S_{π} — первоначальная плата за право пользования изобретением; $S_{\pi i}$ — выплаты, производимые в i -м году действия данного лицензионного соглашения; T_{π} — год освоения нового изделия покупателем лицензии; T_d — срок действия лицензионного соглашения (обычно 10 лет).

Например, за приобретение лицензии на изготовление больших интегральных схем со структурой металл-толстая пленка окисла-нитрид кремния японские фирмы выплатили американской «Дженерал инструментс» по $S_{\pi} = 80\,000$ долл. каждая.

Ежегодные платежи $S_{\pi i}$ часто определяют в виде доли от объема продаж приборов, изготавливаемых по данной лицензии:

$$S_{\pi i} = \delta_{\pi} Q_{p.g. i}, \quad (2.2)$$

где δ_{π} — доля от выручки покупателя лицензии за изготовляемую по ней продукцию, передаваемая в виде ежегодной платы за лицензию; $Q_{p.gi}$ — ожидаемый объем продажи продукции, изготовляемой по этой лицензии в i -м году, в единицах валюты.

Например, за приобретение лицензии с подробными технологическими инструкциями на производство больших интегральных схем по технологии американской фирмы «Техас инструментс» японские фирмы выплачивают ей ежегодно по $\delta_{\pi} = 3,55\%$ объема их продажи.

Величина $Q_{p.gi}$ определяется как

$$Q_{p.gi} = z_m Q_{gi}, \quad (2.3)$$

где z_m — ожидаемая средняя цена на мировом рынке одного прибора, выпускаемого по этой лицензии, в единицах валюты; Q_{gi} — ожидаемый среднегодовой выпуск этих приборов той фирмой, которая приобретает лицензию, шт./год.

Продажа лицензий обычно сопровождается поставками покупателю необходимого ему технологического оборудования в самом начале организации нового производства. В некоторых случаях покупателю лицензии поставляются определенные детали и узлы в процессе дальнейшего использования лицензии. В Советском Союзе все операции, связанные с продажей лицензий иностранным фирмам, осуществляет объединение «Лицензинторг». Необходимые подготовительные работы проводятся им в тесном контакте с исследователями и разработчиками. Продаже лицензии предшествует составление рекламнотехнического описания, а также расчет экономической эффективности применения этого изобретения. Реклама гарантирует как технические параметры, надежность и качество изделия, так и достигаемые с его помощью экономические показатели.

Таблица оценки технического уровня создаваемого прибора. Оценка технического уровня создаваемого прибора (системы) предполагает: оценку уровня отдельных его параметров; обобщающую оценку технического уровня всего изделия. Оценка технического уровня вновь создаваемого прибора производится на основании анализа данных табл. 2.1. В результате сопоставления параметров надо ответить на вопрос о том, мировому уровню ка-

Оценка технического уровня вновь создаваемого прибора

[illegible]

кого года соответствует технический уровень вновь создаваемого прибора. Если его технический уровень опережает современный мировой, то определяется число лет опережения

$$T_{п.о} = T_{в.з} - T_{в.о} \text{ лет,} \quad (2.4)$$

где $T_{п.о}$ — число лет, на которое новый отечественный прибор опережает лучшие зарубежные; $T_{в.з}$ — календарный год, в котором впервые ожидается внедрение подобных приборов за рубежом; $T_{в.о}$ — календарный год, в котором будет внедрен создаваемый сейчас отечественный прибор.

Если же технический уровень прибора отстает от мирового, то определяют число лет $T_{о.о}$ его отставания

$$T_{о.о} = T_{в.о} - T_{п.з} \text{ лет,} \quad (2.5)$$

где $T_{о.о}$ — число лет, на которое технический уровень отечественного прибора отстает от мирового уровня; $T_{п.з}$ — календарный год, в котором подобные приборы впервые появились за рубежом.

Не всегда параметры вновь создаваемого отечественного прибора, отвечающие требованиям ГОСТ, свидетельствуют о том, что прибор находится на передовом уровне мировой науки и техники. Бывают случаи, когда сам ГОСТ уже отстал от передового уровня мировой науки и техники и требует быстрее пересмотра.

Необходимость сопоставления с несколькими лучшими отечественными и зарубежными моделями. Сопоставлять параметры создаваемого прибора необходимо с несколькими лучшими конкурирующими моделями, определяющими передовой уровень науки и техники в данной области. Недостаточно ограничиться сопоставлением только с каким-либо одним отечественным и зарубежным образцом. Это обуславливается тем, что мировой уровень обычно определяет совокупность нескольких лучших образцов, каждый из которых имеет какие-то свои существенные достоинства, выдвигающие его в категорию наиболее совершенных.

Ведь многие параметры прибора взаимосвязаны. Часто можно, уменьшив значение одного показателя, добиться увеличения другого. Поэтому в процессе разработки нового прибора приходится идти на целый ряд компромиссов. Например, разработчику цифровой схемы приходит-

ся отыскивать компромиссы между такими взаимосвязанными переменными, как нагрузочные коэффициенты по входу и выходу, быстродействие, пороговые значения, направленность, развязка, восстановление формы сигнала, отклонения от номиналов, устойчивость, рассеяние мощности и др.

Мощные высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) транзисторы, помимо большой отдаваемой мощности и высокой рабочей частоты, должны иметь высокие значения к. п. д. и коэффициента усиления мощности, низкую входную добротность и хорошую устойчивость к рассогласованию нагрузки. У разных моделей рассматриваемого прибора, находящихся на передовом уровне, может быть присущее каждой из них сочетание численных значений отдельных параметров. При этом ни один из параметров не опускается ниже определенного уровня для лучших образцов этих приборов.

§ 2.2. Изучаемые параметры прибора (системы) и сведения их в группы

Сопоставляемые параметры приборов. Различают две группы параметров, характеризующих их технический уровень: общие для всех видов приборов и специфические, присущие только определенным видам приборов.

К параметрам, общим для различных видов приборов, относятся: надежность; габариты и вес; степень стандартизации и унификации; сроки службы (до первого капитального ремонта, до полного физического износа, с учетом морального износа); безопасность работы; легкость обслуживания; бесшумность работы; показатели технической эстетики.

Специфические параметры различны для разных видов приборов. Например, для ЭЦВМ — это прежде всего их быстродействие, для электроизмерительных приборов — точность (или обратная величина — погрешность). К числу специфических параметров мощных ВЧ- и СВЧ-транзисторов относятся: рабочая частота; мощность, отдаваемая на рабочей частоте; усиление мощности; к. п. д.; тип корпуса; напряжение, на которое рассчитан прибор; входная добротность.

Наряду с параметрами самих приборов (систем), для характеристики их технического уровня целесообразно

использовать показатели качества изготавливаемой с их помощью продукции. Это дает возможность наиболее объективно и полно оценивать его.

Численные значения параметров прибора зависят от той области, в которой он должен использоваться. Поэтому при оценке технического уровня создаваемого отечественного прибора его параметры надо сопоставлять только с теми конструкциями аналогичных приборов, которые предназначены для использования в данной области. Конструкция прибора может и не требовать наиболее высоких значений каких-либо параметров. Они должны соответствовать современному мировому уровню.

Показатели производительности приборов. К числу важнейших показателей технического уровня приборов (систем) относится их производительность. Часовая производительность прибора $q_{\text{ч}}$ определяется как

$$q_{\text{ч}} = \frac{60}{t_{\text{и}}} \text{ измерений/ч,} \quad (2.6)$$

где $t_{\text{и}}$ — время, потребное на одно измерение, мин/измерение.

Годовая производительность прибора $q_{\text{г}}$ рассчитывается как

$$q_{\text{г}} = q_{\text{ч}} T_{\text{пол}} \text{ измерений/год,} \quad (2.7)$$

где $T_{\text{пол}}$ — полезный годовой фонд времени использования этого прибора.

Величина $T_{\text{пол}}$ характеризует то количество часов в год, в течение которого рассматриваемый прибор производительно используется. Она рассчитывается по формуле

$$T_{\text{пол}} = \left(1 - \frac{\beta_{\text{р}}}{100} \right) t_{\text{ч}} \psi_{\text{с}} n_{\text{д}} \text{ ч/год,} \quad (2.8)$$

где $t_{\text{ч}}$ — число часов работы этого прибора в смену; $\psi_{\text{с}}$ — количество смен его работы в сутки; $n_{\text{д}}$ — количество дней его работы в течение года; $\beta_{\text{р}}$ — простой данного прибора (системы) в планово-предупредительных ремонтах, наладках и подналадках (в процентах от общего фонда времени его работы).

Для таких высокопроизводительных устройств, как современные ЭЦВМ, определяют еще и их секундную

производительность q_c . Ее измеряют количеством операций в секунду и обычно называют быстродействием машины.

На быстродействие ЭЦВМ влияют время выборки из памяти, время выполнения команд, длина машинного слова, параллельная передача информации, прямая выборка из памяти, время прерывания, быстродействие устройств ввода-вывода.

Появление в последнее время интегральных схем с высоким уровнем интеграции (100—200 логических элементов в одном кристалле кремния) сделало возможным создание нового поколения ЭЦВМ, обладающего сверхвысоким быстродействием. Эти ЭЦВМ по своей секундной производительности превзойдут в несколько сот раз мощные современные машины.

При расчете удельных измерителей затрат для выбора лучшего из уже имеющихся приборов учитывают не расчетную максимальную годовую производительность этого прибора q_r , а лишь ту его производительность q_r' , которая реально необходима в рассматриваемой области применения.

Показатели безотказности приборов и систем. К числу основных общих показателей, учитываемых при оценке технического уровня и качества всех современных приборов, относится их безотказность. Показателем безотказности для прибора, который подвергается ремонтам в процессе эксплуатации, служит его наработка на отказ

$$T_{н.о} = \frac{T_n}{n_o} \text{ ч/отказ}, \quad (2.9)$$

где $T_{н.о}$ — наработка на отказ за период, в течение которого оценивается безотказность прибора, ч/отказ; T_n — суммарная наработка одного или многих приборов за определенный период времени, ч; n_o — количество внезапных отказов одного или многих приборов за это время.

Например, по приводимым в литературе в 1970 г. данным, на основе опыта эксплуатации промышленных роботов в США в течение $T_n = 18\,000$ ч было установлено, что их наработка на отказ составляет $T_{н.о} = 400$ ч/отказ. Устранение неисправности достигается посредством

замены запоминающего устройства или «обучения» работа оператором вручную, посредством последовательной установки руки автомата во все рабочие положения.

Потребители приборов требуют от заводов-изготовителей количественной оценки безотказности. Поэтому в паспорте прибора теперь стали указывать гарантийную наработку на отказ $T_{н.о.г.}$, т. е. наработку, которую завод-изготовитель гарантирует при соблюдении потребителем правил эксплуатации, хранения и транспортировки прибора. В течение этого срока завод-изготовитель принимает на себя все расходы по ремонту в случае выхода прибора из строя. Учитывая требования потребителей, приборостроительные заводы все больше увеличивают гарантийные сроки. Так, в 1968 г. передовые фирмы и заводы-изготовители ввели на цветные кинескопы гарантию $T_{н.о.г.}=2$ года.

Основной причиной сравнительно медленного внедрения систем автоматической всепогодной посадки самолетов гражданской авиации является трудность практической реализации пока очень высоких требований к безотказности подобных систем: не более 1 отказа на 10 млн. посадок. Это на порядок выше, чем при прежней системе посадки с ручным управлением. Дальнейшее увеличение количества посадок самолетов делает необходимым еще большее ужесточение этого требования — до 1 отказа на 100 млн. посадок. Высокую безотказность надо обеспечить при приемлемой цене и весе аппаратуры. В США, например, один комплект бортовой аппаратуры всепогодной посадки обходится в 40 000 долл.

Для увеличения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэропорта и снижения тарифов на перевозку пассажиров в настоящее время ведутся работы по созданию аэробусов, т. е. самолетов-гигантов на 250—400 человек для авиалиний большой и средней протяженности. Поскольку на таких аэробусах увеличивается число жертв одной авиационной катастрофы, то чтобы сохранить ранее достигнутую степень безопасности на воздушном транспорте, необходимо добиться резкого сокращения числа катастроф. А это требует дальнейшего очень существенного повышения безотказности аэробусов и всех их приборов и систем. Значительно более высокие требования по безотказности, чем к самолетам прежних типов, предъявляются к сверхзвуковому пас-

сажирскому самолету, состоящему из очень сложных систем.

Если известна наработка на отказ $T_{н.о.}$, то вероятность P безотказной работы прибора (системы) для заданного периода работы $T_{н.}$ можно рассчитать, используя экспоненциальную формулу математической статистики:

$$P = e^{-\lambda T_{н.}} = e^{-\frac{T_{н.}}{T_{н.о.}}}, \quad (2.10)$$

где P — вероятность безотказной работы прибора за время $T_{н.}$; $e=2,718$ — основание натуральных логарифмов; λ — интенсивность отказов в единицу времени, $1/ч$; $T_{н.}$ — время, в течение которого этот прибор должен исправно работать, $ч$.

Для приборов, которые не подвергаются ремонту, их безотказность характеризуют наработкой $T_{н.о.}$ до отказа

$$T_{н.о.} = T_{с.ф.}, \quad (2.11)$$

где $T_{с.ф.}$ — долговечность прибора, не подвергающегося ремонту, т. е. срок его службы по физическому износу.

В данном случае совпадают безотказность устройства и его долговечность.

На основе данных о наработке $T_{н.о.}$ до отказа исчисляют интенсивность отказов λ неремонтируемых или заменяемых после первого отказа приборов и устройств. Интенсивность отказов есть величина, обратная наработке до отказа

$$\lambda = \frac{1}{T_{н.о.}} \text{ отказов/ч}, \quad (2.12)$$

или

$$\lambda = \frac{100}{T_{н.о.}} \% \text{ отказов/ч}. \quad (2.13)$$

Интенсивность отказов неремонтируемых приборов и устройств часто выражают в виде $\%$ отказов на 1000 $ч$ работы. Тогда она показывает, какая доля (в процентах) от общего количества находящихся в эксплуатации приборов (устройств) выходит из строя за 1000 $ч$ их работы. В последние годы удалось значительно повысить

безотказность электронных микросхем. Безотказность современных интегральных схем очень высока — на один-два порядка выше безотказности эквивалентных схем на дискретных компонентах.

Обобщающие характеристики надежности прибора. В качестве обобщающей характеристики надежности прибора используют коэффициенты его готовности и технического использования.

Коэффициент готовности прибора α_r определяется как

$$\alpha_r = \frac{T_{н.о}}{T_{н.о} + T_{п.н}}, \quad (2.14)$$

где $T_{н.о}$ — наработка прибора на отказ; $T_{п.н}$ — среднее время вынужденного внепланового простоя, обусловленного отысканием и устранением одного отказа.

Коэффициент технического использования прибора $\alpha_{т.и}$ определяется как

$$\alpha_{т.и} = \frac{T_{н.с}}{T_{н.с} + T_{п.н.с} + T_{т.с}}; \quad (2.15)$$

где $T_{н.с}$ — общее время суммарной наработки прибора; $T_{п.н.с}$ — суммарные простои прибора в ремонтах в течение рассматриваемого промежутка времени; $T_{т.с}$ — суммарные простои прибора для технического обслуживания в течение этого промежутка времени.

Время $T_{п.н.с}$ зависит не только от конструкции прибора, но и от обеспеченности запасными частями, наличия необходимого инструмента и квалификации работников.

Применительно к некоторым приборам (системам) определяют надежность $\alpha_{н.з}$ выполнения ими заданий

$$\alpha_{н.з} = \frac{n_y}{n_o}, \quad (2.16)$$

где n_y — количество успешно выполняемых заданий; n_o — общее количество выполняемых заданий.

Сведение технических параметров прибора в группы. При оценке технического уровня прибора приходится сопоставлять много технических параметров. Для облегчения анализа целесообразно сводить их в группы, объ-

единяющие родственные параметры. Так, параметры малых ЭЦВМ сводят в группы: память; характеристики центрального процессора; арифметические операции; характеристики ввода и вывода; программное обеспечение; стоимость основной конфигурации; периферийные устройства. В каждую группу входит ряд показателей. Например, к группе «память» для малых ЭЦВМ относят: время цикла; длину слова; минимальный объем; объем приращения; максимальный объем; возможность контроля по четности; возможность защиты памяти.

После сведения в группы оценивают уровень параметров каждой такой группы с выделением в ней наиболее важных на данном уровне техники параметров, дальнейшее совершенствование которых имеет первостепенное значение.

§ 2.3. Методы прогнозирования ожидаемых значений важнейших параметров отечественных и зарубежных приборов (систем)

Необходимость прогнозирования ожидаемых значений основных параметров отечественных и зарубежных приборов. При оценке технического уровня создаваемого прибора далеко не всегда бывают известны все параметры тех приборов, с которыми они должны сравниваться (табл. 2.1). Часто приходится оценивать технический уровень при наличии лишь частичной информации. Кроме того, сравнение должно производиться не только с уже имеющимися отечественными и зарубежными конструкциями приборов, но и с теми новейшими конкурирующими разработками, которые ведутся в настоящее время.

Многие капиталистические фирмы, стремясь опередить своих конкурентов, делают прибор «закрытым» до испытания опытной партии его.

Но это не означает, что зарубежные фирмы вообще не публикуют данных о разрабатываемых приборах и системах. Для того чтобы подготовить рынок сбыта для своих новых изделий, они вынуждены рекламировать их в печати, заблаговременно объявлять об их выпуске.

Так, поставки французского самолета «Меркурий» были намечены на 1973 г., а первые рекламные сообщения о нем появились еще в 1968 г. Они содержали пол-

ные технические и экономические характеристики самолета.

В тех случаях, когда в литературе не удастся найти данных о параметрах разрабатываемых за рубежом приборов (систем), обязательно дается прогноз их ожидаемых значений, который приводится в последней графе табл. 2.1.

Прогнозирование развития техники — это предсказание ожидаемых темпов совершенствования отдельных параметров изделий, а также наиболее вероятных изобретений, открытий и научных достижений в области техники. Это — предсказание создания новых типов приборов, а также новых применений уже имеющихся видов приборов. Прогноз — это специфически аргументированная информация о будущем.

Прогнозы позволяют предсказать, какой будет техника через 5, 10, 15 и более лет. Картина будущего, нарисованная прогнозом развития техники, стимулирует активную деятельность НИИ, КБ и заводов по дальнейшему совершенствованию приборов и систем. Прогнозы позволяют установить, какие параметры создаваемого прибора (системы) должны быть обеспечены к рассматриваемому сроку с тем, чтобы он находился на передовом уровне мировой науки и техники. Таким образом, прогнозы развития техники необходимы не только для оценки технического уровня создаваемых приборов, но и прежде всего для самой возможности правильно выдать задание отраслевому НИИ (КБ) на разработку новой модели прибора.

Прогнозирование развития техники является основой и для разработки прогнозов изменения отраслевой структуры промышленности. Оно устраняет опасность сосредоточить все усилия на старых, ставших уже второстепенными отраслях промышленности, позволяя своевременно, без опоздания создавать и развивать все перспективные, экономически наиболее эффективные новые отрасли промышленности.

Исходные данные для прогнозирования ожидаемых значений параметров лучших отечественных и зарубежных приборов. Прогнозирование основывается на знании современного состояния науки и техники и обсуждении наиболее вероятных тенденций их развития. Прогнозы призваны выявить те возможности развития

техники, вероятность которых больше других. Тем самым прогнозирование учит выявлять альтернативы и закладывать основы будущего прогресса.

При планировании развития техники необходимо учитывать возможности совершенно неожиданных открытий, которые должны быть безотлагательно использованы. Однако это не умаляет роли квалифицированных прогнозов.

Для прогнозирования большое значение имеют:

знание состояния теории и выявление открываемых ею возможностей для новых решений в области рассматриваемых приборов;

знание патентов, т. е. изобретений в этой области;

понимание значения для народного хозяйства дальнейшего совершенствования различных параметров этих приборов;

своевременное улавливание новых требований, которые жизнь выдвигает к этим приборам;

представление о тех технических трудностях, которые предстоит преодолеть при практической реализации рассматриваемых усовершенствований, открытий или изобретений;

прогнозы ожидаемого появления новых материалов и компонентов, которые можно будет использовать для создания новейших типов рассматриваемых приборов.

Прежде всего необходимо выявить, какие принципиально новые пути развития рассматриваемых приборов открывают последние достижения в области теории. Очень полезно знать соображения самих теоретиков по этому вопросу. Научные заделы всегда содержат большой элемент обоснованного ожидания и предвидения. Опираясь на имеющиеся достижения теории, можно прогнозировать дальнейшее развитие техники на много лет вперед. Это обусловлено тем, что создание новых типов приборов является инженерным воплощением того, что сделано в науке. Так, новые идеи, возникающие при исследовании необъяснимых эффектов в твердом теле, существенно улучшая представление о поведении электронов в кристаллах, приводят к созданию целых поколений новых электронных приборов. Если бы, например, не был открыт эффект Ганна, то арсенид галлия так и продолжал бы оставаться лабораторной диковинкой — дорогим и довольно нестабиль-

ным материалом, свойства которого весьма трудно контролировать.

Новые направления развития техники в значительной мере скрыты в патентах. Изучение их позволяет выявить, какие качественно новые изменения можно ожидать в рассматриваемой области.

В процессе прогнозирования необходимо своевременно улавливать все новые требования, которые жизнь выдвигает к приборам. Совершенствование различных видов техники приводит к созданию все более точных и производительных приборов. Так, сверхзвуковые самолеты потребовали повышения точности указателей количества топлива.

Сроки создания новых типов приборов в большой степени зависят от того, когда появятся новые материалы и компоненты. Так, внедрение интегральных схем с высоким уровнем интеграции делает возможным создание нового поколения электронных вычислительных машин. Большие интегральные схемы открывают новую эру в развитии приборостроения, изменяя сами принципы проектирования систем. С увеличением размеров больших интегральных схем уже трудно установить, где кончается прибор и начинается подсистема. Ожидают, что соотношение стоимостных и рабочих характеристик логических схем в ЭЦВМ нового поколения на больших интегральных схемах будет на два порядка лучше, чем в машинах третьего поколения. В результате появления более дешевой и быстродействующей логики возникает возможность уменьшить время выполнения арифметических операций за счет широкого использования комбинированных схем и отдельных функциональных блоков.

Иногда на протяжении ряда лет приходится преодолевать трудности практической реализации новой идеи. Так, плоские индикаторные панели обладают рядом значительных преимуществ перед электронно-лучевой трубкой. Но до сих пор все попытки создать пригодный для серийного производства телевизор с экраном в виде плоской панели наталкивались на две непреодолимые трудности: слишком сложной оказывалась схема развертки и слишком мал световой выход экрана. В последнее время удалось найти некоторые решения, которые приблизили возможность создания практической

конструкции плоского телевизора. Разработано интегральное устройство тлеющего разряда, позволяющее осуществлять развертку изображения без дорогостоящих внешних схем адресации элементов изображения и возбуждения люминофора. Для получения нужной яркости создан усилитель света, обеспечивающий на выходе яркость 170 нт — такой яркости достаточно, чтобы телепередачу можно было смотреть в хорошо освещенной комнате.

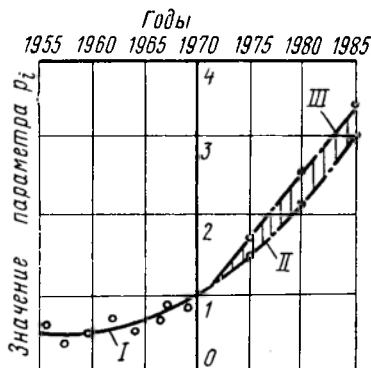


Рис. 2.2. Пример оформления в относительных единицах графика фактического роста определенного параметра прибора за 1955—1970 гг. и прогнозируемой области его дальнейшего увеличения в 1971—1985 гг.: I — фактические данные за 1955—1970 гг.; II — минимальный прогноз на 1971—1985 гг.; III — максимальная гипотеза на 1971—1985 гг.

Проблемы и перспективы развития различных видов приборов и систем обсуждаются обычно на больших форумах специалистов.

Прогнозирование посредством экстраполяции ожидаемых численных значений отдельных параметров приборов (систем). При прогнозировании широко используется экстраполяция имевших место в предыдущие годы темпов изменения соответствующего параметра прибора.

Прогноз изменения главных параметров прибора можно изобразить графически. На оси абсцисс (рис. 2.2) откладывается время: отдельные годы (для оперативного прогноза), либо пятилетки (для перспективного прогноза). В центре оси времени обычно указывается год, когда осуществляется прогноз. Слева от него откладывается предыдущий период, а справа — прогнозируемый отрезок времени. При этом стремятся, чтобы левая и правая части графика были по возможности одинаковыми. В таких случаях год прогнозирования (например, 1970 г.) делит график на две одинаковые части: слева находится прошлый период (например, 1965—1969 гг.), а справа — прогнозируемые годы (например, 1971—1975 гг.). На оси ординат графика

ка откладывают численное значение рассматриваемого параметра.

Графики становятся особенно наглядными, если изменение рассматриваемого параметра показывается в относительных единицах. В этом случае фактическое значение параметра в году, в котором составляется прогноз, принимается равным единице. Если численное значение параметра в анализируемом периоде увеличивается, то вверх откладывается число раз его возрастания: 2, 3, 4. Если же данный параметр уменьшается, то вниз от его современного значения, принимаемого за единицу, откладывается: 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 (рис. 2.3).

На каждом таком графике показывают изменение какого-либо одного параметра прибора, например, точности, быстродействия, надежности, веса. Динамика фактического изменения параметра в левой части графика показывается сплошной линией. Прогнозируемое же изменение параметра в правой части графика наносится пунктиром. При этом обычно показывают область ожидаемых значений рассматриваемого параметра.

На рис. 2.4 приведен один из зарубежных прогнозов роста скорости самолетов гражданской авиации. Прогнозы предусматривают, что вслед за сверхзвуковыми в следующие 2—3 десятилетия на воздушных линиях по-

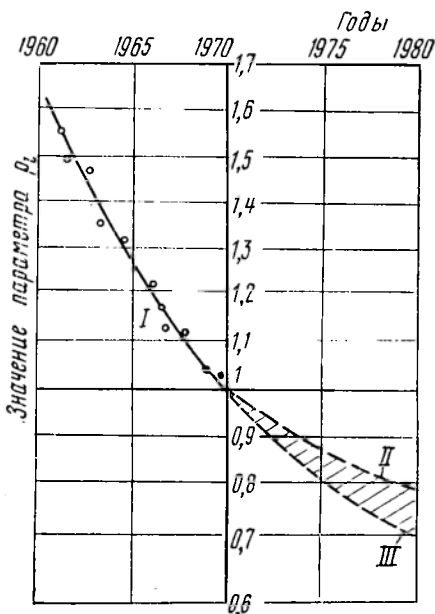


Рис. 2.3. Пример оформления в относительных единицах графика фактического уменьшения определенного параметра прибора за 1960—1970 гг. и прогнозируемой области его дальнейшего снижения в 1971—1980 гг.:
I — фактические данные за 1960—1970 гг.;
II — минимальный прогноз на 1971—1980 гг.;
III — максимальная гипотеза на 1971—1980 гг.

явятся самолеты с гиперзвуковой скоростью ($M=7$). Они будут работать на больших высотах. Это решит проблему ударных звуковых волн. Опыт прошлых лет позволяет ожидать, что за каждые 20 лет скорость самолетов будет возрастать в 3 раза.

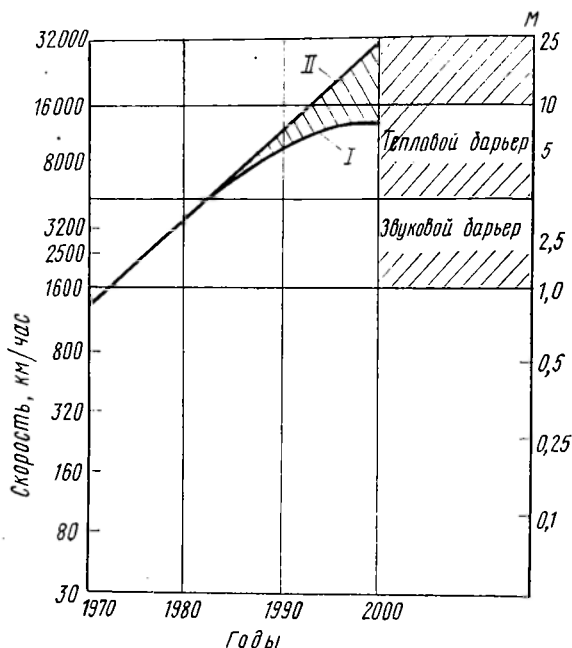


Рис. 2.4. Один из зарубежных прогнозов роста скорости полета самолетов гражданской авиации в 1971—2000 гг.:

I — прогноз по минимальной гипотезе; *II* — прогноз по максимальной гипотезе

Перед тем, как делать прогноз, необходимо прежде всего дать математическое описание имеющихся фактических статистических данных об изменении рассматриваемого параметра прибора (системы) за прошлое время. После этого данную кривую, описывающую изменение интересующего нас параметра прибора за прошлые годы, продолжают дальше, т. е. получают прогноз.

Графики обычно позволяют наглядно увидеть на основе статистических данных за прошлое время основную тенденцию ряда. Но они не избавляют все же от необходимости перебора форм связи, так как одна и та же тенденция может быть описана различными аналитическими выражениями. В этих целях испробуется обычно ряд функций, например,

$$\text{прямая } p_{iT} = a + bT; \quad (2.17)$$

$$\text{парабола } p_{iT} = a + bT + cT^2; \quad (2.18)$$

$$\text{степенная функция } p_{iT} = aT^b; \quad (2.19)$$

$$\text{показательная функция } p_{iT} = a + bc^T, \quad (2.20)$$

где p_{iT} — оценка i -го параметра прибора в T -м году, вычисленная по одной из приведенных выше формул; T — годы изучаемого и прогнозируемого периода; a , b и c — коэффициенты, численные значения которых определяются по методу наименьших квадратов

$$\Phi(a, b, c) = \sum_{T=1}^n (p'_{iT} - p_{iT})^2 = \min, \quad (2.21)$$

где p'_{iT} — оценка фактического значения i -го параметра прибора в T -м году по статистическим данным; n — общее число лет в изучаемом периоде.

Корреляционное отношение η определяется как

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sum_{T=1}^n (p'_{iT} - p_{iT})^2}{\sum_{T=1}^n (p'_{iT} - \bar{p}_i)^2}}, \quad (2.22)$$

где $\bar{p}_i$ — оценка среднего значения i -го параметра за все рассматриваемые годы.

Основной недостаток рассматриваемого метода экстраполяции — распространение на будущее тех темпов изменения рассматриваемых параметров прибора (системы), которые имели место в прошлом.

Прогнозирование, основанное на попытках предусмотреть появление принципиально новых типов приборов (систем). Этот метод прогнозирования является од-

ним из необходимых и весьма полезных этапов формирования принципиально новых типов приборов и систем. Цель его — заглянуть далеко вперед, максимально конкретно, с большими элементами научной фантастики.

Например, когда только появились первые интегральные схемы, было высказано предположение, что основным элементом для построения ЭЦВМ в будущем станут матрицы монолитных интегральных схем с высоким уровнем интеграции. А несколько позже было предсказано, что по мере развития технологии больших интегральных схем в конечном счете появятся ЭЦВМ, выполненные на одном куске полупроводникового материала. Это и показало генеральную перспективу развития ЭЦВМ. В то же время в области технологии периферийного их оборудования таких оснаждающих перспектив пока не обещают.

Крупные открытия всегда представляют собой скачки, т. е. перерывы в плавном течении прогресса. При прогнозировании развития техники очень важно представить себе, какой наибольший технический скачок вперед возможен в рассматриваемой области. Для этого необходимо прежде всего выявить наиболее перспективные идеи и тщательно взвесить преимущества и недостатки каждой из них.

Цель рассматриваемых прогнозов — обрисовать хотя бы в самых общих чертах появление принципиально новых типов приборов. Из той суммы знаний, которая характерна для сегодняшнего дня, исходит дальнейшее развитие техники. Так, в области контрольно-измерительной аппаратуры основной тенденцией стала автоматизация. Она реализуется по двум основным направлениям:

почти полный переход к аппаратуре, позволяющей облегчить или совсем устранить процедуру снятия показаний приборов посредством цифровой индикации, печатающих устройств и обработки полученных результатов измерения на ЭЦВМ;

стремление предельно ограничить вмешательство человека путем почти полной автоматизации всех наиболее распространенных измерительных приборов, а также использования сложных измерительных приборов в системах, предусматривающих программное управление

работой измерительных блоков и полную обработку получаемых результатов.

В процессе прогнозирования необходимо установить ожидаемые принципиальные усовершенствования данных приборов (систем) и возможные сроки их практического осуществления. В табл. 2.2 приведен пример подобного перспективного прогноза усовершенствований в области ЭЦВМ.

Таблица 2.2

Один из зарубежных перспективных прогнозов усовершенствований в области ЭЦВМ

Ожидаемые технические усовершенствования	Сроки их вероятного осуществления
Появление внутренних ЗУ с гибкими характеристиками	1974—1978 гг.
Реализация большей части средств программирования непосредственно в аппаратуре	1975—1980 гг.
Малогабаритные ЭЦВМ с большим объемом памяти	1975—1982 гг.
Речевой ввод информации в ЭЦВМ	1977—1983 гг.
Лазерные ЗУ	1978—1983 гг.
Передача данных по лучу лазера . .	1978—1983 гг.
Прекращение использования перфокарт и перфолент в качестве носителя информации	1978—1988 гг.
Оснащение настольных электронных счетно-клавишных машин памятью объемом до 1 млн. байт	1978—1988 гг.
Появление карманных ЭЦВМ с большим объемом памяти	1979—1989 гг.
Способность ЭЦВМ накапливать опыт	1979—1989 гг.
Снижение цен ЭЦВМ в 100 раз . . .	1983—1997 гг.

В некоторых случаях перед специалистами ставится ряд вопросов, касающихся перспектив развития соответствующих приборов. В табл. 2.3 приведены ответы специалиста на вопросы о перспективах развития в 1970—1980 гг. полупроводниковых приборов для усиления и генерации СВЧ мощности ¹.

¹ Составлено на основании данных, приведенных в «Microwaves», 1970, Feb., vol. 9, № 2, p. 69.

При прогнозировании перспектив развития и применения рассматриваемого прибора должны быть определены задачи, которые могут быть выполнены или оптимально решены только с его помощью; решение которых возможно или желательно с его применением из экономических соображений; в которых применение этого прибора возможно, но не является необходимым.

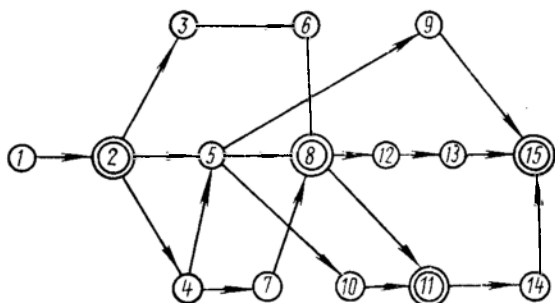


Рис. 2.5. Сетевой график проведения разработки нового прибора:

1 — границы фрагментов определены; 2 — закончено составление предварительной блок-схемы; 3 — закончен анализ специальных схем; 4 — закончен анализ логических схем; 5 — закончено предварительное проектирование логики; 6 — составлены специальные схемы; 7 — составлена схема усилителя; 8 — закончено проектирование логики; 9 — конструкция разработана; 10 — закончены предварительные испытания макетов; 11 — закончены повторные испытания макетов; 12 — закончена логическая схема; 13 — закончен просмотр чертежей; 14 — результаты испытаний изучены; 15 — чертежи отправлены в цех

В каждой из этих групп задач необходимо выделять: наиболее совершенные модели уже действующих приборов; приборы, которые можно создать при существующем научно-техническом уровне и применение которых возможно в течение ближайших пяти лет; приборы, применение которых возможно через 5—10 лет; приборы, применение которых возможно более чем через 10 лет.

После выявления ожидаемых усовершенствований составляют перспективные календарные графики проведения соответствующих исследований и разработок, предшествующих их осуществлению. На таких графиках наносят основные события, которые должны обязательно предшествовать созданию рассматриваемых приборов, а также ожидаемые сроки их поступления. Подоб-

Таблица 2.3

Ответы специалиста на вопросы о перспективах развития на десятилетие с 1970 г. по 1980 г. полупроводниковых приборов для усиления и генерации СВЧ мощности

Вопрос	Ответ	Краткие обоснования
Какую мощность будут обеспечивать кремниевые биполярные транзисторы в непрерывном режиме?	10—100 <i>вт</i>	
На каких частотах?	До 5 <i>Гц</i>	
При каком к. п. д.?	Выше 50%	
Увеличится ли число разработок в области мощных высокочастотных транзисторов к концу десятилетия?	Нет, число этих разработок снизится	Из-за достижения физических пределов материалов
Будут ли на волнах короче 3 <i>см</i> применяться транзисторы как источники мощности?	Это сомнительно	
Увеличится ли спрос на варакторы, которые в настоящее время широко используются как источники СВЧ мощности?	Нет, он снизится	Поскольку появятся транзисторизованные генераторы мощности на диапазон волн 25, 10 и 5 <i>см</i>
Какие приборы получат широкое применение в генераторах непрерывной мощности низких и средних уровней (до нескольких сотен милливатт), работающих на более коротких волнах, включая и миллиметровый диапазон?	Приборы на основе эффекта Ганна	Это произойдет лишь в том случае, если совершенствование технологии изготовления арсенида галлия сделает возможным массовое производство дешевых приборов
Сколько новых явлений может быть открыто в рассматриваемом десятилетии?	Одно или два	
Какие это могут быть явления?	Возможно, это будет распределение взаимодействия в твердом теле	

Вопрос	Ответ	Краткие обоснования
Создание какого нового прибора можно считать наиболее желательным?	Объемного кремниевых прибора, работающего в режиме переноса	

ные графики часто строят в виде сетевых (см. рис. 2.5). Эти графики позволяют прогнозировать сроки осуществления тех или иных усовершенствований.

§ 2.4. Методы оценки технического уровня создаваемого прибора

Метод оценки технического уровня прибора, не связанный с расчетом какого-либо одного обобщающего показателя его. Ответить на вопрос о том, какая из сопоставляемых моделей прибора находится на наиболее высоком техническом уровне, можно без помощи какого-либо одного обобщающего показателя. Для этого *основные параметры прибора располагают в порядке их значимости*. Это совсем не легкая задача. Как установить, какой параметр на каком месте находится? Для этого целесообразно использовать следующий путь. Из всех параметров прибора вначале выбирается один самый важный. Ему присваивается № 1. Далее рассматриваются все оставшиеся параметры. Из них выбирается один самый важный, ему присваивается № 2. Аналогичным путем присваиваются номера всем остальным параметрам.

Чем определяется важность, а следовательно, первое место параметра? Прежде всего надо установить, не позволит ли этот прибор удовлетворить качественно новую потребность общества. Параметр, обеспечивающий удовлетворение качественно новой потребности общества, должен занять первое место. На второе место надо поставить тот параметр, который имеет наибольшее значение для достижения экономии затрат.

Так, при оценке технического уровня интегральных схем на первое место следует помещать уровень их ин-

теграции, т. е. количество элементов в одной схеме, а при оценке технического уровня многих приборов, аппаратов и систем на первое место необходимо ставить уровень использования при их создании интегральных схем и в том числе отдельно — схем с высоким уровнем интеграции.

При оценке технического уровня современных мощных СВЧ-транзисторов на первые два места помещают их рабочую частоту и отдаваемую в нагрузку мощность. Обобщающую характеристику этим двум параметрам дают в виде их произведения. Потом располагают другие параметры этих приборов: безотказность, широкополосность, к. п. д. и др.

Для характеристики технического уровня процессора больших ЭЦВМ выделяют прежде всего тактовый период и длину слова. При оценке арифметических устройств больших ЭЦВМ учитывают прежде всего длину слова при работе с фиксированной запятой, длину десятичного слова при работе с плавающей запятой и количество комплектов регистров. Важнейшее значение для определения технического уровня устройств памяти больших ЭЦВМ имеют: объем промежуточной памяти, цикл работы промежуточной памяти, объем памяти на сердечниках и цикл работы памяти на сердечниках. Для устройств ввода и вывода информации больших ЭЦВМ наиболее важными характеристиками являются число каналов и скорость ввода данных.

Относительное место различных параметров при оценке технического уровня новых конструкций приборов существенно зависит от того, для каких условий эксплуатации они предназначены.

Порядковое место параметров изменяется с течением времени вместе с прогрессом техники. Например, по мере того как применение лазерных приборов приобретает промышленный характер, увеличивается значение их надежности и стабильности. Однако и сейчас еще основными для потребителей являются такие параметры этих приборов, как мощность, энергия и срок службы.

Поэтому нужно составлять прогнозы ожидаемого изменения относительного места различных параметров при оценке технического уровня данного прибора (системы). В табл. 2.4 приведен прогноз изменения относительного места некоторых основных параметров при оценке

Таблица 2.4

Наименование параметров	Порядковое место различных параметров					
	в настоящее время			в ближайшем будущем *		
	самолетные ЭЦВМ	наземные ЭЦВМ		самолетные ЭЦВМ	наземные ЭЦВМ	
		применяемые в производственных процессах	используемые для планово-экономических расчетов		применяемые в производственных процессах	используемые для планово-экономических расчетов
Надежность	1	2	3	1	2	2
Быстродействие	4	3	2	2	2	1
Цена машины . . .	3	1	1	3	1	1
Потребляемая мощность	3	4	4	4	4	4
Габариты	2	4	4	3	3	3

* Изменение места отдельных параметров основано в данном случае на предположении, что в ближайшие годы будут уже широко использоваться микроминиатюрные схемы и войдут в эксплуатацию сверхзвуковые самолеты гражданской авиации.

технического уровня самолетных (бортовых) и наземных ЭЦВМ. При этом в числе параметров учтена и цена машины.

Затем выявляют относительную величину превосходства $\Delta_{iп}$ или отставания $\Delta_{iо}$ каждого i -го параметра прибора по сравнению с лучшими зарубежными и отечественными конструкциями:

$$\Delta_{iп} = \frac{\Delta p_{iп}}{p_{iл}} \cdot 100 = \frac{p_{iп} - p_{iл}}{p_{iл}} \cdot 100\%; \quad (2.23)$$

$$\Delta_{iо} = \frac{\Delta p_{iо}}{p_{iл}} \cdot 100 = \frac{p_{iл} - p_{iп}}{p_{iл}} \cdot 100\%, \quad (2.24)$$

где $\Delta_{iп}$ и $\Delta_{iо}$ — относительное превышение или отставание i -го параметра у нового прибора по сравнению с рассматриваемой лучшей отечественной или зарубежной моделью; $\Delta p_{iп}$ и $\Delta p_{iо}$ — абсолютная величина превышения или отставания i -го параметра у нового прибора по

сравнению с рассматриваемой лучшей отечественной или зарубежной моделью; $p_{iн}$ и $p_{iл}$ — численное значение i -го параметра у новой ($p_{iн}$) и рассматриваемой лучшей отечественной или зарубежной ($p_{iл}$) модели этого прибора.

Вывод о превосходстве или отставании новой отечественной конструкции делается на основе сопоставления важнейших параметров, расположенных в порядке их значимости. В выводе указывается величина относительного превосходства $\Delta_{п}$ или отставания $\Delta_{ю}$ по каждому из главнейших параметров. Превосходство или отставание создаваемого прибора здесь не характеризуют каким-либо одним числом.

Основная трудность при оценке технического уровня разработки нового прибора нередко заключается в том, что многие данные о новейших только еще появившихся приборах (например, об их безотказности) и особенно о конкурирующих разработках бывают неизвестны. Поэтому оценивать технический уровень вновь создаваемого прибора часто приходится в условиях частичной информации. Именно из-за этого рассматриваемую задачу не удастся решить с помощью ЭЦВМ. Аналогичные трудности возникают и при решении многих других сложных комплексных технико-экономических задач.

Особенностью рассматриваемого метода является то, что наряду с параметрами, на основе которых производится вывод о техническом уровне прибора, учитываются и все известные экономические характеристики (цена прибора, расходы по его эксплуатации). Эти показатели обобщают очень многие технические параметры прибора.

Совокупность технических параметров прибора может быть прогрессивной только в сочетании с достаточно низкой ценой. Однако низкая цена прибора не всегда является решающим фактором (например, низкая цена при неудовлетворительной надежности).

Конструктор должен находить компромисс между ценой, схемой и характеристиками аппаратуры. Но цены новейших типов приборов не всегда публикуются в каталогах иностранных фирм. Тогда их рассчитывают посредством приближенного расчета на основе принципиальной схемы прибора. Такие расчеты довольно трудоемки, а при отсутствии достаточно подробной принципи-

альной схемы зарубежной модели прибора — невозможны.

Важной обобщающей характеристикой технического уровня новой разработки прибора может служить ее патентоспособность. Бывают случаи, когда новая отечественная разработка прибора является шагом вперед по сравнению с прежней и поэтому представляется к получению на нее авторского свидетельства. Однако надо учитывать, что за рубежом возможно уже выпускается аналогичный прибор, но более совершенный, основанный на принципиально ином, гораздо более прогрессивном физическом принципе. Поэтому решающее значение для оценки технического уровня прибора в этом случае имеет его отставание от новейших зарубежных моделей, а не превосходство над прежней отечественной конструкцией.

Если создаваемый новый прибор лучше отечественных и зарубежных конструкций по всем известным показателям, то обычно можно сделать вывод о превосходстве его технического уровня, не прибегая к какому-либо одному числу. Нет надобности использовать для оценки технического уровня вновь создаваемого прибора какое-либо одно число и в тех случаях, когда он лучше зарубежных по всем главнейшим параметрам, а хуже только по каким-нибудь второстепенным.

В последнее время ведется поиск путей оценки технического уровня приборов посредством одного числа. *Имеется два метода обобщающей оценки технического уровня прибора с помощью одного числа:* на базе учета весов отдельных параметров; посредством балльной оценки параметров прибора. Применение обоих этих методов связано со значительными трудностями, так как они еще мало разработаны. Вопрос применения того или иного метода определяется обычно тем, какой из них оказывается более простым для работников, осуществляющих оценку технического уровня.

Обобщающая оценка технического уровня прибора посредством использования весовых коэффициентов относительной значимости отдельных параметров. Этот метод базируется на определении весовых коэффициентов относительной значимости отдельных его параметров:

$$\beta_{т.у} = \sum_i \alpha_{вi} p_i, \quad (2.25)$$

где $\beta_{т.у}$ — обобщающая количественная характеристика технического уровня прибора; p_i — численное значение i -го параметра этого прибора; $\alpha_{вi}$ — весовой коэффициент, характеризующий относительную значимость i -го параметра прибора на данном уровне техники и для рассматриваемых условий его эксплуатации.

Наиболее высоким считается технический уровень того прибора, у которого

$$\beta_{т.у} = \max. \quad (2.26)$$

Работа по определению технического уровня вновь создаваемого отечественного прибора начинается при этом с составления таблицы весов $\alpha_{вi}$ отдельных его параметров.

Превышение технического уровня $\Delta\beta_{т.у}$ создаваемой отечественной модели прибора над какой-либо из лучших зарубежных, с которой производится сопоставление, определяют как

$$\Delta\beta_{т.у} = \sum_i \alpha_{вi} \Delta p_i, \quad (2.27)$$

где Δp_i — разность численных значений i -го параметра у сопоставляемых моделей приборов.

Большие трудности возникают с установлением весов $\alpha_{вi}$. Поскольку p_i — величины, имеющие каждая свою размерность, то и величины $\alpha_{вi}$ тоже имеют свои размерности. Например, если p_1 — масса прибора (в кг), то $\alpha_{в1}$ имеет размерность 1/кг. Или если p_2 — потребляемая мощность (в Вт), то $\alpha_{в2}$ имеет размерность 1/Вт. Только при этом условии произведения $\alpha_{вi} p_i$ могут складываться.

Метод, учитывающий веса различных параметров, обычно используется в тех случаях, когда для оценки технического уровня прибора удастся опросить нескольких специалистов-экспертов, которые представляют себе значения этих весов. Тогда из названных ими оценок весов выводят среднее значение веса p_i каждого i -го параметра прибора (системы). Эти средние значения и принимают за основу для оценки технического уровня прибора.

Метод балльной оценки технического уровня прибора. Другой метод оценки технического уровня прибора посредством одного числа — балльная оценка его параметров

$$\beta'_{т.у} = B_c = \sum_i B_i, \quad (2.28)$$

где $\beta'_{т.у}$ — обобщающий показатель технического уровня прибора; B_c — суммарный балл, оценивающий технический уровень прибора; B_i — значение балла, выставленного за уровень i -го параметра этого прибора.

Каждый i -й параметр прибора оценивается чаще всего по столбальной системе.

Метод балльной оценки применяется в тех случаях, когда представляется более простым оценить каждый параметр соответствующим баллом.

Лучшей считается та из отечественных и зарубежных моделей данного прибора, у которой

$$B_c = \max. \quad (2.29)$$

Однако балльной оценке технического уровня приборов присущи свои недостатки. Рассмотрим простейший численный пример, когда оценивается всего три параметра.

Параметры прибора	Численное значение баллов	
	1-й конструкции	2-й конструкции
Надежность	90	60
Потребляемая мощность	75	90
Габариты	50	75
Суммарный балл B_c	$B_{c1}=215$	$B_{c2}=225$

Согласно балльной оценке второй вариант конструкции лучше первого, так как $B_{c2}=225 > B_{c1}=215$. Между тем, если для рассматриваемого прибора параметр надежности стоит сейчас на первом месте, то улучшением других параметров нельзя оправдать его ухудшение во втором варианте конструкции. Балльная же оценка этого не учитывает. Но этот недостаток балльной оценки может быть в какой-то степени уменьшен, если наряду

с положительными использовать также отрицательные и нулевые баллы.

Положительные баллы должны выставляться для оценки достижений в области отдельных параметров, отрицательные — за ухудшение каких-либо важных параметров прибора. При суммировании отрицательные баллы вычитаются из общего итога.

Нулевые баллы выставляются за такие значения параметров, которые, являясь допустимыми, в то же время не могут оцениваться как достижение. Такие баллы ничего не прибавляют при общем суммировании.

Весь диапазон положительных и отрицательных баллов надо использовать не для всех параметров, а только для наиболее важных. *Для менее важных параметров следует использовать более узкий диапазон оценок*, например, от +25 до —25.

Применительно к различным видам приборов надо составить прежде всего перечни их параметров. Так, при балльной оценке технического уровня создаваемой светомодулирующей электронной лучевой трубки производится оценка пятнадцати ее показателей. К их числу относятся: шкала серых тонов; цвет; яркость изображения; разрешающая способность; варьированность послесвечения; длительность запоминания изображения; избирательное стирание; воспроизведение подвижных указателей; долговечность; стандартность оптической системы; стандартность технологии ЭЛТ; простота технологии мишени; оптическая ось; регулировка; вспомогательное оборудование.

Против каждого параметра следует приводить те положительные, отрицательные и нулевые баллы, которыми должны оцениваться различные его значения. Это — необходимая подготовительная работа к балльной оценке технического уровня. Она устанавливает, какие баллы должны выставляться за соответствующие значения различных параметров (табл. 2.5).

В табл. 2.6 приведены значения баллов, выставляемых за значения отдельных параметров при оценке технического уровня светомодулирующих электроннолучевых трубок. На основании таблицы можно оценить количество баллов, получаемых конструкцией прибора за численное значение каждого ее параметра. Затем подсчитывается общее количество баллов по каждой конструкции.

Таблица 2.5

Параметр изделия l	Значения параметра p_l	Балл B_l , выставаемый за соответствующее значение параметра
1	$p_{\max 1}$	$B_{\max 1}$
	.	.
	.	.
	$p_{\min 1}$	$B_{\min 1}$
2	$p_{\max 2}$	$B_{\max 2}$
	.	.
	.	.
	$p_{\min 2}$	$B_{\min 2}$

Таблица 2.6

В какой степени значение параметра удовлетворяет предъявляемые к нему требования	Значение балла B_l
Удовлетворяет без каких-либо оговорок	+50
Удовлетворяет с некоторыми оговорками	+30
Имеется всего 50%-ная вероятность удовлетворения этому требованию	+10
Удовлетворение этому требованию можно считать маловероятным	-20
Данное требование рассматриваемым технологическим методом может быть осуществлено лишь в случае коренного усовершенствования, которое нельзя предвидеть в данный момент	-50

Сумма максимально возможных положительных баллов, которые могут быть получены за самые высокие значения всех параметров, характеризует идеальную конструкцию такого прибора на данном уровне техники

$$B_{\text{с.п}} = \sum_i B_{\max i}, \quad (2.30)$$

где $B_{\text{с.п}}$ — суммарный максимальный положительный балл, которым оценивается идеальная конструкция такого прибора; $B_{\max i}$ — значение максимального положительного балла, которым оценивается наиболее высокое

на данном уровне техники значение i -го параметра рассматриваемого прибора.

Определение конструкции, технический уровень которой является наиболее высоким, производится на основе сопоставления суммы баллов, полученных отдельными моделями рассматриваемого прибора:

$$B_{c1} = \sum_i B_{i1} \geq B_{c2} = \sum_i B_{i2}, \quad (2.31)$$

где B_{c1} и B_{c2} — сумма баллов, полученных первой и второй конструкцией (моделью) данного прибора; B_{i1} и B_{i2} — балл, выставленный за i -й параметр первой и второй конструкции (модели) данного прибора.

Большой интерес представляет также определение отношения α_h суммарного балла B_{ch} , которым оценена h -я конструкция прибора, к максимальному баллу, которым оценена идеальная на данном уровне техники конструкция такого прибора

$$\alpha_h = \frac{B_{ch}}{B_{c.и}} = \frac{B_{ch}}{\sum B_{\max i}}. \quad (2.32)$$

Величина $(1-\alpha_h)$ показывает, какими резервами располагает h -я модель рассматриваемого прибора для повышения его технического уровня по сравнению с идеальной на данном уровне техники конструкцией. Чем ниже суммарный балл, полученный h -й конструкцией, тем больше величина резервов $(1-\alpha_h)$, которые имеются для дальнейшего повышения ее технического уровня.

В настоящее время ведутся споры о возможности использования балльного метода для оценки технического уровня приборов. Большие возражения вызывает само суммирование балльных оценок, установленных для различных параметров прибора. Наиболее трудно таким методом оценить технический уровень близких приборов. В то же время, когда сопоставляемые приборы находятся на разном техническом уровне, балльная оценка может принести некоторую пользу.

Показатели, характеризующие технический уровень всей выпускаемой предприятием продукции. Технический уровень прибора быстро изменяется по мере прогресса науки и техники. Надо периодически пере оце

нивать технический уровень выпускаемых заводами приборов с учетом новейших достижений.

При анализе совокупного технического уровня всей выпускаемой заводом продукции необходимо исчислять показатели:

$$\delta_{\pi} = \frac{n_{\pi}}{n_o}; \quad (2.33)$$

$$\delta_{\pi} = \frac{n_{\pi}}{n_o}; \quad (2.34)$$

$$\delta_y = \frac{n_y}{n_o}, \quad (2.35)$$

где δ — доля в общем количестве выпускаемых заводом типоразмеров: приборов, которые превосходят по своему техническому уровню и качеству лучшие современные отечественные и зарубежные образцы (δ_{π}), находятся на уровне современных отечественных и зарубежных образцов (δ_{π}), устарели (δ_y); n — количество выпускаемых заводом типоразмеров приборов: общее (n_o); превосходящее лучшие современные отечественные и зарубежные образцы (n_{π}); находящееся на уровне лучших современных отечественных и зарубежных образцов (n_{π}); отстающее от современного уровня (n_y).

Подобные показатели отдельно должны исчисляться еще и по той доле, которую приборы различного технического уровня занимают в общем объеме выпускаемой данным заводом продукции в денежном выражении:

$$\delta'_{\pi} = \frac{Q_{\pi}}{Q_o}; \quad (2.36)$$

$$\delta'_{\pi} = \frac{Q_{\pi}}{Q_o}; \quad (2.37)$$

$$\delta'_y = \frac{Q_y}{Q_o}; \quad (2.38)$$

где δ' — доля в общем объеме выпущенной заводом продукции в денежном выражении: приборов, которые превосходят по своему техническому уровню и качеству лучшие современные отечественные и зарубежные образцы (δ'_{π}); находятся на уровне современных отече-

ственных и зарубежных образцов (δ'_n); устарели (δ'_y); Q — объем выпущенной продукции в денежном выражении: общий (Q_o), приборов, превосходящих по своему техническому уровню и качеству лучшие современные отечественные и зарубежные (Q_n), находящихся на уровне современных отечественных и зарубежных образцов (Q_n), устаревших (Q_y).

Устаревшие — это те приборы, которые должны быть сняты с производства. Каждый приборостроительный завод должен строго соблюдать требования в отношении технического уровня и качества, цены и сроков поставки продукции. Он должен выпускать по строгому графику высококачественную продукцию за приемлемую цену. Технический уровень выпускаемой продукции является главным критерием прогрессивности производства.

Глава третья

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА СОЗДАВАЕМЫЕ ПРИБОРЫ (СИСТЕМЫ)

§ 3.1. Общие факторы спроса на приборы

Задачи прогнозирования спроса на создаваемые приборы. Спрос на прибор является очень важным экономическим барометром для его создателей и изготовителей. Новые приборы должны найти сбыт. Только при этом условии может быть решен вопрос об их изготовлении.

Прогнозированием спроса на создаваемый прибор занимаются прежде всего сами исследователи и разработчики еще в процессе работы над новым проектом. Прогноз спроса необходим для определения целесообразности начала разработки, расходования на нее средств, определения ожидаемой цены нового прибора, а также для расчета денежного экономического потенциала его разработки.

Прежде всего выявляются факторы спроса на прибор. Они могут быть разделены на две группы:

общие факторы, определяющие спрос на самые различные виды приборов (систем);

специфические факторы, влияющие на спрос только определенных видов приборов (систем).

Общие факторы спроса на приборы. *К числу общих факторов спроса относятся:* степень новизны прибора; уровень его параметров; надежность и качество; степень соответствия требованиям потребителей; области возможных применений; удобство в эксплуатации и преимущества, которые получает потребитель; цена прибора; расходы по его эксплуатации; экономическая эффективность его применения в различных сферах использования; соответствие современным эстетическим требованиям; тесная связь исследователей, разработчиков и завода-изготовителя с потребителями; обеспечение потребителей запасны-

ми частями в течение всего срока службы каждой модели прибора; организация быстрого и высококачественного обслуживания потребителей; престиж НИИ (КБ)-создателя и завода-изготовителя прибора; реклама новых моделей приборов; искусство, т. е. умение продавать приборы.

Спрос S на новый прибор зависит от его экономической эффективности ε

$$S = S(\varepsilon). \quad (3.1)$$

Важнейшим средством обеспечения высокого спроса является поэтому создание экономически высокоэффективных моделей приборов. Экономическая эффективность различных типов приборов изменяется во времени, по мере совершенствования как вновь создаваемого, так и других приборов. Вот почему большое внимание должно уделяться прогнозированию того, как изменится экономическая эффективность ε различных типов приборов в перспективе:

$$\varepsilon = \varepsilon(T), \quad (3.2)$$

где T — годы рассматриваемого периода.

Определение экономической эффективности вновь создаваемого прибора производится не один раз, а ведется систематически, чтобы проверять, не перестал ли интересующий нас прибор быть эффективным.

Факторы спроса на приборы (системы) зависят и от социально-экономического строя страны. Имеются, например, такие факторы спроса, которые являются специфическими только для капиталистических стран.

Цена и расходы по эксплуатации прибора как важнейшие общие факторы спроса на него. Одним из важнейших общих факторов, стимулирующих спрос на приборы, является их низкая цена, сочетаемая с высоким качеством. Уровень цены на прибор по-разному влияет на спрос и производство (рис. 3.1). Слишком низкие цены стимулируют спрос, но не стимулируют производство. В результате может образоваться дефицит данных приборов. Высокие цены стимулируют увеличение производства, но суживают спрос, что может привести к затовариванию этими приборами. Надо поэтому найти тот оптимальный уровень цен, который заинтересовал бы приборостроительные заводы в выпуске самых совершен-

ных приборов и в то же время стимулировал бы потребителей к их широкому применению.

Важность этого общего фактора спроса на прибор нового типа можно видеть на многих примерах. Так, в техническом отношении топливный элемент является наиболее совершенным источником энергии для транспортных

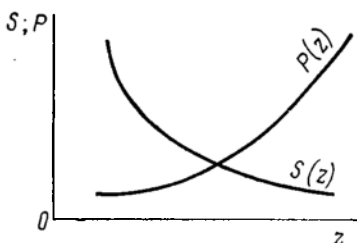


Рис. 3.1. Зависимость спроса S и производства P от цены прибора z

средств. Он имеет высокий общий термический к. п. д. при приемлемых размере и весе. Однако современная технология производства топливных элементов еще не позволяет снизить цену до такого уровня, при котором они могли бы найти широкое практическое применение. Их цена пока еще слишком высока для возможности экономически эф-

фективного использования топливных элементов на транспортных средствах. Но как только появятся дешевые топливные элементы, их сразу можно будет использовать на тех видах транспорта, где в настоящее время господствуют бензиновые двигатели. Вот почему в последние годы во многих исследовательских лабораториях ряда стран ведутся интенсивные исследования по созданию дешевых топливных элементов.

Один комплект аппаратуры инерциальной системы навигации для самолетов гражданской авиации стоил, например, в США в 1963 г. 100 000 долл. Это очень дорого. В связи с этим были начаты поиски путей удешевления этой аппаратуры. В результате на базе нового подхода была создана комплексная навигационная система, обладающая точностью того же порядка, что и прежняя, но зато в три раза дешевле.

Раньше в области ЭЦВМ преобладали большие дорогие быстродействующие вычислительные системы. В последнее время началась эра производства и применения малых ЭЦВМ, цена которых не превышает 5÷15 000 руб. Удешевление ЭЦВМ сделало их применение эффективным для очень многих потребителей.

Автоматическое микрофильмирование выходной информации ЭЦВМ позволяет регистрировать колоссаль-

ный объем информации в небольшом физическом объеме. Однако до последнего времени высокая цена этой аппаратуры отпугивала многих потенциальных ее потребителей. Цена блоков автоматического микрофильмирования, работающих в темпе вывода данных, достигла, например, в США 50÷400 000 долл.

В целях совмещения преимуществ этого метода регистрации выводимых из ЭЦВМ данных с невысокой ценой было разработано устройство непрерывного копирования, названное «Формзкопир». Это устройство снимает микрофильмы с копий, полученных на стандартном последовательном печатающем устройстве, почти с такой же скоростью, как это делает специальный машинный блок автоматического микрофильмирования, и много быстрее, чем при ручном микрофильмировании. Данное устройство обладает лишь одним крупным недостатком: оно не может работать в темпе вывода данных из ЭЦВМ. Оператор должен вынуть рулон с отпечатанными данными из печатающего устройства и вручную вставить его в «Формзкопир». Но зато цена нового устройства «Формзкопир» составляет всего 4,8 тыс. долл.

Именно низкая цена обусловила широкое использование в последние годы в автомобильных приемниках германиевых мощных транзисторов.

Начиная с 1969 г. со сборочных линий начали сходить цветные телевизоры с электронной настройкой. До 1963 г. телевизионные заводы и фирмы не могли еще предложить это покупателям из-за слишком высокой цены такой аппаратуры настройки.

До тех пор, пока цены на цветные телевизоры оставались высокими, спрос на них не мог быть большим. Поэтому в настоящее время уделяется большое внимание удешевлению цветных телевизоров, снижению цен на них. Так, в начале 1972 г. наше государство снизило розничные цены на телевизоры с цветным изображением в среднем на 24%, а на кинескопы к ним — в среднем более чем на 20%. Снижение цен на цветные телевизоры достигается за счет удешевления кинескопа, упрощения конструкции телевизора и технологии его производства, упрощения схем, транзисторизации приемников и использования в них интегральных схем. Одним из направлений удешевления цветного телевизора стало и относительное уменьшение размеров его экрана. Выпуск деше-

вых портативных цветных телевизоров с малым экраном способствует существенному возрастанию спроса на них.

Рассматривая цену как фактор спроса, обязательно надо учитывать, как она будет в последующем снижаться при одновременном улучшении качества. Так, недавно в США появилась в продаже первая лазерная инерциальная система навигации. Цена одного комплекта ее составляет 75 000 долл. При этом цена одномерного лазерного гироскопа достигает 50 000 долл. Однако в дальнейшем, после налаживания промышленного производства, стоимость комплекта инерциальной системы с трехмерным гироскопом предполагается снизить до 5 тыс. долл. Срок службы этой системы $T_c > 10\,000$ ч.

Ожидают, что голографическая техника позволит создать быстродействующие полупостоянные ЗУ с произвольной выборкой емкостью порядка 10^8 двоичных разрядов, цена которых будет примерно на порядок ниже, чем у ЗУ других видов со сравнимыми характеристиками. Такие устройства, по-видимому, сумеют найти широкое применение для хранения программ, в архивах, в системах распознавания образов и т. п.

Сферы i эффективных применений нового прибора должны определяться для различных уровней цен на него

$$i = i(z). \quad (3.3)$$

Благодаря этому и спрос на прибор нового типа S определяется как функция его цены z

$$S = S(z). \quad (3.4)$$

Очень важным общим фактором спроса на прибор являются и низкие расходы по его эксплуатации. Изготовители должны стремиться выпускать приборы, которые не только стоят дешево, но и почти не нуждаются в ремонте. Применение в цветном телевизоре транзисторов не только уменьшило амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт, но и снизило стоимость потребляемой электроэнергии.

На всех стадиях разработки нового прибора (системы) необходимо уделять внимание соотношению его цены и тех преимуществ, которые он дает потребителям. Эксплуатационные преимущества прибора должны сочетаться с приемлемой для заказчика ценой.

§ 3.2. Специфические факторы спроса на отдельные виды приборов

Для каждого вида приборов необходимо еще выявлять и изучать также все специфические факторы, определяющие спрос на него. Рассмотрим специфические факторы спроса на определенные виды приборов на примере цветных телевизоров и ЭЦВМ.

Специфические факторы спроса на цветные телевизоры. Спрос на цветные телевизоры определяется прежде всего важнейшими общими факторами (снижением цен; усовершенствованием конструкции, что улучшило их эксплуатационные свойства; уменьшением расходов по эксплуатации, благодаря применению транзисторов).

Кроме общих факторов, спрос на цветные телевизоры определяется еще и такими специфическими факторами как:

- увеличение ежедневного времени цветных передач;
- организация цветного телевидения по нескольким каналам;

- повышение актуальности и содержательности цветных телевизионных программ;

- продажа цветных телевизоров в кредит;

- увеличение плотности сети телевизионных центров страны, что расширяет охват территории и населения цветным телевизионным вещанием;

- сочетание наземных телевизионных станций с ретрансляционным искусственным спутником связи, что позволит полностью охватить население страны телевизионным вещанием;

- рост количества семей в стране;

- дальнейшее увеличение национального дохода страны и доходов семей;

- увеличение объема жилищного строительства.

Специфические факторы спроса на ЭЦВМ. К числу специфических факторов спроса на ЭЦВМ относятся:

- появление, кроме сверхбольших, больших и средних, еще и малых ЭЦВМ, а также настольных счетных машин; выпуск малых ЭЦВМ, имеющих до 40% пустого объема, позволяющих потребителю специализировать их посредством установки дополнительных схемных узлов в соответствии со своими нуждами;

- создание ЭЦВМ на базе интегральных схем с нор-

мальным, средним, а затем высоким уровнем интеграции;

создание дешевых ЭЦВМ, конфигурация которых определяется требованиями конкретных областей применения (меньшая длина слова, меньший объем памяти, более ограниченный набор команд, меньшее число внешних устройств);

непрерывное расширение сфер применения ЭЦВМ, выявление все новых и новых областей их эффективного использования;

усиление внимания к возможно более полному использованию этих машин;

усовершенствование и удешевление имеющихся в продаже программ; появление дешевых готовых наборов модульных программ, позволяющих решать определенный класс задач и пригодных для многих потребителей ЭЦВМ; обеспечение средствами математического обеспечения также малых машин;

создание больших библиотек программ;

расширение выпуска периферийных устройств к ЭЦВМ; установка дополнительных устройств ввода-вывода к уже имеющимся машинам; обеспечение периферийными устройствами и средствами математического обеспечения также мини-ЭЦВМ; выпуск мини-машин с матричной магистралью, позволяющей объединить их в мультипроцессоры; создание периферийного устройства, позволяющего через ближайший телефон соединиться с вычислительным центром, имеющим ЭЦВМ соответствующего типа;

быстрое развитие микрофильмирования результатов, выдаваемых ЭЦВМ;

расширение использования систем с разделением времени; создание вычислительных центров, устанавливающих у себя системы с разделением времени; широкое распространение вычислительных машин, способных работать в режиме автоматического разделения машинного времени между абонентами;

расширение работы в совместном режиме и реальном масштабе времени; соединение в одну систему нескольких вычислительных машин для выполнения большой вычислительной работы в реальном масштабе времени при возможности быстрого обмена информацией между машинами;

оснащение ЭЦВМ устройствами передачи данных; объединение систем обработки и передачи информации; создание сети специальных линий передачи данных и использование обычной телефонной сети для целей обращения к территориально удаленным ЭЦВМ;

создание автоматизированных информационных справочных систем («информационных банков» или «банков данных»);

организация фирм — консультантов по вопросам использования вычислительной техники;

организация фирм, предоставляющих потребителям ЭЦВМ на время свой квалифицированный персонал и оказывающих им различные другие услуги;

создание в самые последние годы заводами и фирмами-изготовителями ЭЦВМ собственной сети вычислительных центров, оказывающих ряд услуг потребителям;

сдача ЭЦВМ в аренду заводами и фирмами-изготовителями их; появление в самое последнее время так называемых фирм-посредников по сдаче ЭЦВМ в аренду по более дешевой арендной плате;

моральный износ ранее выпущенных ЭЦВМ в результате появления гораздо более совершенных машин новых поколений;

рост опыта применения ЭЦВМ.

§ 3.3. Методы прогнозирования спроса на приборы

Общая формула для расчета ожидаемого спроса на прибор нового типа. Для каждого типа прибора общий спрос S_0 на него должен определяться как

$$S_0 = S_{p.п} + S_{н.о} + S_з, \quad (3.5)$$

где $S_{p.п}$ — количество приборов, потребное для дальнейшего расширения их использования в прежних областях применений; $S_{н.о}$ — то же, для использования в совершенно новых областях применений, в которых эти приборы раньше вообще не использовались; $S_з$ — то же, для замены находящихся в эксплуатации приборов устаревших моделей.

Большой интерес представляет и изучение доли $\delta_{p.п}$, $\delta_{н.о}$ и $\delta_з$, которую в общем спросе S_0 на рассматриваемый прибор составляют величины $S_{p.п}$, $S_{н.о}$ и $S_з$. При этом

$$\delta_{p.п} + \delta_{н.о} + \delta_з = 1. \quad (3.6)$$

Доли $\delta_{p.п.}$, $\delta_{н.о.}$ и δ_3 в общем спросе S_0 существенно зависят от степени насыщенности спроса на рассматриваемый тип прибора. Там, где спрос насыщен, в общей величине спроса S_0 повышается доля δ_3 . В то же время может возрастать и доля $\delta_{н.о.}$ в связи с открытием все новых областей применений этого прибора.

При прогнозировании спроса надо учитывать также выход из строя приборов старых моделей и потребное количество приборов новейших типов для их замены. Так, в результате распространения стереофонии растет спрос S_3 на радиоприемники для замены, т. е. для обновления моделей. Прогнозы спроса на ЭЦВМ предусматривают, что к 1975 г. почти все имеющиеся в США вычислительные машины на электронных лампах, а также первые их модели на транзисторах, будут демонтированы.

Применительно к различным видам приборов формула (3.5) может модифицироваться. Так, ожидаемый спрос на телевизоры $S_{тл}$ определяется как

$$S_{тл} = S_{п.п} + S_3, \quad (3.7)$$

где $S_{п.п}$ — ожидаемый прирост парка телевизоров в стране; S_3 — количество телевизоров, потребное для замены старых. При этом величина

$$S_{п.п} = S_{y1} + S_{y2}, \quad (3.8)$$

где S_{y1} — количество телевизоров, которое будет приобретено для первой установки; S_{y2} — количество вторых телевизоров, которое будет приобретено в рассматриваемом периоде.

Рассматривая величину S_3 ожидают, что значительная часть приобретаемых для замены телевизоров будет приходиться на цветные приемники.

Использование для целей прогнозирования спроса на приборы логистических кривых. Имеются приборы, аппараты и системы с определенным пределом насыщения ими потребителей. Из специфических кривых, используемых для прогнозирования спроса на изделия с определенным пределом насыщения, можно, например, назвать логистическую кривую, уравнение которой

$$S_0 = \frac{a}{1 + be^{-ct}}, \quad (3.9)$$

где S_0 — общий спрос на прибор (систему); T — рассматриваемый отрезок времени; a — предел насыщения спроса рассматриваемым изделием; b и c — коэффициенты, численные значения которых находятся на основе изучения фактических статистических данных за прошлые годы.

Вначале строится та начальная часть этой кривой, для которой имеются статистические данные за прошед-

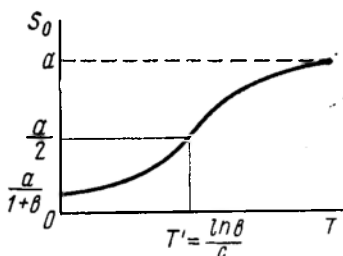


Рис. 3.2. Используемая для прогнозирования спроса на приборы (системы) логистическая кривая

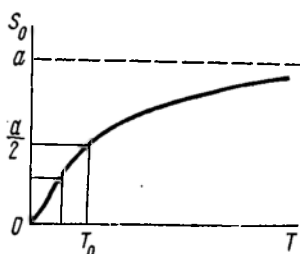


Рис. 3.3. Используемая для прогнозирования спроса на приборы вытянутая логистическая кривая

шие годы, затем — продолжение этой кривой по уравнению, которое служит прогнозом спроса на будущее время. На рис. 3.2 показана кривая, уравнение которой описывается формулой (3.9). В ряде случаев для прогнозирования спроса используется так называемая вытянутая логистическая кривая (рис. 3.3). Она имеет уравнение

$$S_0 = \frac{a}{1 + \left(\frac{T_0}{T}\right)^b} \quad (3.10)$$

где T_0 — число лет, соответствующее половине предела насыщения спроса, т. е. величине $\frac{a}{2}$.

Используя эти кривые, необходимо помнить о том, что сама величина a — предел насыщения — по мере открытия все новых областей применений рассматриваемого прибора может расти, т. е. передвигаться вверх по оси ординат. Экономические задачи — это всегда задачи ди-

намические. С течением времени изменяются не только исходные условия, но и критерии и методы их решения. Прогнозирование спроса на приборы и системы относится к числу таких наиболее динамических экономических задач. Все исходные величины для прогнозирования спроса являются подвижными.

Установление макро- и микрообластей применений создаваемого прибора. Общий ожидаемый спрос на новую модель прибора может быть представлен как

$$S_0 = \sum_i S_i \text{ приборов/период}, \quad (3.11)$$

где S_0 — общий ожидаемый спрос на приборы данной модели, шт; S_i — ожидаемый спрос на эту модель прибора в i -й области (сфере) его применения.

Для того чтобы определить общую величину ожидаемого спроса S_0 на рассматриваемый прибор (систему), вначале надо определить потребность его S_i для отдельных i -х областей применения

$$S_i = H_i n_i, \quad (3.12)$$

где n_i — количество данных приборов, потребное одному потребителю в i -й сфере использования; H_i — количество ожидаемых потребителей этого прибора в i -й сфере его использования.

Поэтому прежде всего надо выявить области применений $i = 1, 2, 3, \dots, t$ вновь создаваемого прибора. *Поиск областей возможных применений нового прибора должен производиться еще в самом процессе его создания.* Некоторые же прикладные исследования и разработки бывают специально направлены именно на поиск областей возможных применений новых типов приборов. Для увеличения спроса надо придавать приборам все новые свойства, что расширяет области их эффективных применений, привлекая к ним интерес все новых и новых потребителей.

Различают макро- и микрообласти применений прибора. В качестве макрообластей обычно выступают прежде всего различные подразделения или отрасли народного хозяйства. В качестве микрообластей применений в каждой такой отрасли могут быть НИОКР, производство, контроль и испытания, эксплуатация и др.

Так, при прогнозировании потребности в ЭЦВМ прежде всего выявляют сколько их потребуется в различных сферах применения (макрообластях):

$$S_{\text{ЭЦВМ } 0} = \sum_i S_{\text{ЭЦВМ } i} \text{ ЭЦВМ/период}, \quad (3.13)$$

где $S_{\text{ЭЦВМ } 0}$ — ожидаемая общая потребность народного хозяйства в ЭЦВМ в рассматриваемом периоде; $S_{\text{ЭЦВМ } i}$ — ожидаемая потребность в ЭЦВМ i -й сферы их применения; i — промышленность, железнодорожный транспорт, авиалинии и самолеты, системы связи, медицинские учреждения, банки, оптовая и розничная торговля, метеослужба, почта, высшие и средние учебные заведения, научно-исследовательские институты, опытно-конструкторские бюро, библиотеки, органы управления и планирования народного хозяйства, его основных подразделений, отраслей, подотраслей и отдельных предприятий, органы регулирования транспортных потоков в городах и другие нужды милиции, сельское хозяйство и различные другие потребители.

Потребность в ЭЦВМ каждой из таких $i=1, 2, 3, \dots, m$ широких макрообластей применения надо в свою очередь определить как сумму потребностей в тех уже более узких сферах, которые их образуют. Например, потребность в ЭЦВМ для нужд промышленности определяется как

$$S_{\text{ЭЦВМ пр}} = \sum_h S_{\text{ЭЦВМ пр } h} \text{ ЭЦВМ/период}, \quad (3.14)$$

где $S_{\text{ЭЦВМ пр}}$ — ожидаемая суммарная потребность промышленности в ЭЦВМ; $S_{\text{ЭЦВМ пр } h}$ — ожидаемая потребность в ЭЦВМ h -й отрасли промышленности; h — отдельные отрасли: металлургия, машиностроение, энергетика, химическая, нефтяная, текстильная, пищевая, полиграфическая промышленность и другие.

Актуальной задачей стало прогнозирование общего спроса на интегральные схемы (ИС). Он может быть представлен как

$$S_{\text{ИС } 0} = \sum_i S_{\text{ИС } i} \text{ ИС/период}, \quad (3.15)$$

где $S_{\text{ИС } 0}$ — общий ожидаемый спрос на интегральные схемы в рассматриваемом периоде; $S_{\text{ИС } i}$ — потребность в этом периоде в интегральных схемах i -й области (мак-

росферы) применения; i — это в данном случае ЭЦВМ (и прежде всего — бортовые ЭЦВМ для самолетов); настольные клавишные электронные вычислительные машины; карманные вычислительные машины; автомобили; различные виды связи (в том числе — телефония); инерциальные навигационные системы; измерительные приборы; промышленная аппаратура; медицинская электроника; кино- и фотоаппаратура; бытовые электроприборы, ручные часы и некоторые другие области.

Надо при этом иметь в виду, что структура спроса на ИС все время изменяется. Вместо ИС одних типов растет спрос на другие типы, а в настоящее время — на большие интегральные схемы-БИС.

Реальные и перспективные области применений прибора (системы). Имеются две составляющие общего спроса S_0 в данных приборах (системах), которые видны в рассматриваемом году:

реально реализуемые в сравнительно короткие отрезки времени новые области эффективных применений этих приборов;

перспективные новые области эффективных применений этих приборов, для практической реализации которых требуются еще длительные разработки.

При прогнозировании спроса очень важно учитывать новые области возможных применений рассматриваемых приборов и систем. Так, сферы применения ЭЦВМ все время расширяются. С течением времени выявляются все новые и новые области их эффективных применений. Поэтому при прогнозах перспективного спроса на ЭЦВМ учитывается это расширение сфер (макрообластей) их использования. Происходит поистине феноменальный рост спроса на ЭЦВМ. Увеличение сфер технически возможных и экономически эффективных применений ЭЦВМ носит взрывной характер.

Выявление сфер применения прибора (системы) тесно связано с его дальнейшим совершенствованием. В одних областях прибор может сразу использоваться. В других областях его могут начать применять только через ряд лет, после проведения длительной работы по приспособлению к использованию в этих новых сферах применения. Поэтому наряду с прогнозированием новых ближайших текущих областей применений создаваемого прибора, надо обязательно намечать также все те новые

перспективные сферы его использования, для возможности реализации которых потребуются еще дальнейшие большие исследования.

В числе подобных перспективных разработок можно, например, назвать работы по созданию машинного разума. Основная идея их заключается в том, чтобы придать ЭЦВМ «воображение».

К числу других перспективных разработок относятся и работы по созданию «говорящей» ЭЦВМ. Она преобразует печатный текст в устную речь. Для этой цели осуществляется математическое моделирование работы голосового тракта человека. Возможности реализации речевого вывода с помощью ЭЦВМ весьма широки и разнообразны.

В последние годы все большее внимание уделяется методике построения изображений с помощью ЭЦВМ. Если первые изображения были далеки от совершенства и состояли всего лишь из точек и линий одинаковой интенсивности, то теперь появляются методы получения сложных полутоновых картин, приближающихся по качеству к фотографиям. В качестве окончательных устройств для построения подобных картин используются как механические графопостроители, так и электроннолучевые трубки (ЭЛТ).

Часто прогнозирование новых сфер применения заставляет работать над тем, чтобы сделать прибор возможно более универсальным, стандартным. Именно придание прибору универсальности и открывает перед ним двери самых различных сфер его использования.

Так, до сих пор ведется разработка и изготовление лазеров, позволяющих решить определенную прикладную задачу. Разработка таких лазеров открывает некоторые новые области их применения. Нет, однако, никаких сомнений в том, что настанет время, когда лазеры станут стандартными, повсеместно распространенными универсальными устройствами, обладающими совокупностью многих свойств, необходимых при решении самых различных прикладных задач. Именно тогда и расширятся во много раз области применений лазера.

Новой прогрессивной отраслью промышленности становится роботостроение. Робот — это автомат, выполняющий сложные операции. Основным отличием роботов (автооператоров) от обычных средств автоматизации яв-

ляется наличие у них индивидуального запоминающего устройства, позволяющего программировать осуществление разнообразных функций. Робот обладает способностью выполнять достаточно разнообразные функции, которые в обычных условиях поручались бы человеку.

Большое значение имеет использование роботов для познания и освоения ближнего и дальнего космоса. «Автоматические космонавты» — роботы способны решать весьма сложные задачи, исключая при этом риск для человеческой жизни. В ноябре 1970 г. советская автоматическая станция доставила на Луну первый в мире самоходный аппарат «Луноход-1», любовно названный в Италии «робот Иван». Этот космический автомат-исследователь оснащен современными приборами для изучения свойств лунного грунта, характеристик космических лучей, радиационной обстановки, сложными телевизионными, телеметрическими и другими экспериментальными устройствами. Советские автоматические станции, устраняя риск для человеческой жизни, позволяют проникать в глубины мироздания более эффективным и экономичным путем.

Современные прогнозы предусматривают и многие области промышленных применений роботов. На автомобильных заводах их успешно применяют при сварке кузовов. Роботы используются при обработке металла резанием и давлением, при окраске, в сварочном производстве. Прогнозы предусматривают, что к 1975 г. число промышленных роботов (автооператоров) на предприятиях США увеличится до 50 000 шт. При этом на долю металлообрабатывающей промышленности будет приходиться более 50% из них. Наибольшее количество последних будет использоваться в автомобильной промышленности. Показательно, что одна из фирм, специализирующихся на производстве роботов, в 1973 г. намеревалась довести их выпуск до 100 экземпляров в месяц.

Выявление областей вероятных применений вновь созданного прибора (системы) предполагает прежде всего установление тех сфер, где его возможно использовать с точки зрения технических требований. Затем следует отобрать те из этих областей, в которых применение данного прибора является экономически эффективным. Это осуществляется путем расчетов экономической эффектив-

ности применения рассматриваемого прибора в каждой из таких технически возможных сфер его применения.

Определение ожидаемого спроса на прибор в какой-либо одной сфере его использования. Для того чтобы определить ожидаемый спрос на прибор в какой-либо i -й сфере его использования, необходимо прежде всего выявить, какое количество n_i данных приборов нужно в этой области применения одному потребителю.

Например, определяя потребность в интегральных схемах для каждой i -й сферы, надо знать, сколько интегральных схем n_i потребуется на изготовление одного i -го аппарата. В табл. 3.1 приведены такие данные для некоторых видов аппаратуры из японской практики последних лет.

Таблица 3.1

Среднее количество интегральных схем n_i , которое использовалось на изготовление одного i -го аппарата в Японии в 1970 г.

Наименование аппаратуры, i	n_i ИС/аппарат
ЭЦВМ	8000
Настольные счетные машины	150
Радиоприемники	1
Телевизоры	4
Магнитофоны	1
Стереопроигрыватели	4

Существует и другой подход к определению спроса в какой-либо сфере использования прибора. Например, наибольшее количество ЭЦВМ, установленных в промышленности, приходится на машиностроение (до 50% от общего количества). *Общий ожидаемый спрос на ЭЦВМ машиностроительных предприятий* может быть рассчитан следующим образом:

$$S_{\text{ЭЦВМ м}} = \sum_j (q_{kj} + q_{mj} + q_{pj}) N_{mj} + S_d + S_z \text{ ЭЦВМ/период,} \quad (3.16)$$

где $S_{\text{ЭЦВМ м}}$ — ожидаемый спрос на ЭЦВМ в рассматриваемом периоде со стороны машиностроительных предприятий; q_{kj} — потребность в рассматриваемом периоде одного предприятия j -й отрасли машиностроения в ЭЦВМ

для контроля и управления производственными процессами; $q_{пj}$ — то же, для машинного проектирования, осуществляемого непосредственно на самих машиностроительных заводах; $q_{рj}$ — то же, для планирования, управления и руководства различными сферами деятельности завода (в том числе для планово-экономических и бухгалтерско-финансовых расчетов, подготовки детальных технических инструкций и справочных руководств); N_{mj} — количество имеющихся и вводимых в строй в течение рассматриваемого периода предприятий в j -й отрасли машиностроения, которые еще не имеют электронных вычислительных машин; S_d — количество ЭЦВМ, потребное в рассматриваемом периоде для доукомплектования тем машиностроительным заводам, которые не имели полного комплекта их; S_3 — количество ЭЦВМ, потребное в рассматриваемом периоде заводам, раньше имевшим их, для замены устаревших моделей машинами нового поколения; j — автомобильные, авиакосмические, приборостроительные, станкостроительные, радиотехнические, электронные, энергомашиностроительные и другие заводы машиностроительной промышленности.

Расчет величины $S_{ЭЦВМ}$ может вестись и следующим образом:

$$S_{ЭЦВМ} = \sum_j (q_{kj} N_{kj} + q_{пj} N_{пj} + q_{рj} N_{рj}) \text{ ЭЦВМ/период,} \quad (3.17)$$

где N_{kj} — количество заводов j -й отрасли машиностроения, на которых раньше не было ЭЦВМ для контроля и управления производственными процессами или которым они требуются в рассматриваемом периоде для замены устаревших моделей; $N_{пj}$ — количество заводов j -й отрасли машиностроения, на которых раньше не было ЭЦВМ для машинного проектирования или которым они в рассматриваемом периоде нужны для замены машин устаревших моделей; $N_{рj}$ — количество заводов j -й отрасли машиностроения, на которых не было ЭЦВМ для планирования, управления и руководства различными сферами деятельности завода, или которым они нужны в рассматриваемом периоде для замены машин устаревших моделей.

Под количеством заводов N_{kj} , $N_{пj}$ и $N_{рj}$ имеются в виду не только действующие, но и строящиеся заводы, ко-

торые будут введены в эксплуатацию в рассматриваемом периоде.

Аналогично рассчитывается спрос на ЭЦВМ других отраслей промышленности и широких сфер применения.

Необходимо раздельно выявить, какой будет потребность в гигантских (сверхбольших), больших, средних, и малых ЭЦВМ. Поэтому надо прогнозировать спрос для каждого из этих видов ЭЦВМ в каждой сфере их использования в отдельности.

Спрос на ИС также надо определять раздельно на схемы: цифровые и линейные; нормального, среднего и высокого уровня интеграции; монолитные и гибридные. Отдельно надо прогнозировать спрос на СВЧ ИС. Это самая молодая область интегральной электроники, которая сейчас очень быстро набирает силу. Непрерывно растет спрос на новые ИС с высокой степенью интеграции.

Методы приближенных укрупненных расчетов общей величины спроса на рассматриваемые приборы. Наряду с дальнейшей разработкой методов детального определения спроса на приборы, большой интерес представляет также поиск путей приближенных расчетов. Эти методы основаны на установлении:

основания для расчетов, т. е. той величины, которая кладется в основу определения потребности в приборах; норматива, связывающего основание для расчетов с размером спроса на рассматриваемый прибор.

Рассмотрим некоторые методы таких укрупненных расчетов, предназначенные для прогнозирования спроса на ЭЦВМ. В качестве основания для расчета принимается одна из следующих величин:

общий объем намечаемых в планируемом периоде капитальных вложений на строительство заводов и в оборудование $K_{з.о}$, руб.;

общая величина капитальных вложений в оборудование $K_о$, руб.;

общее ожидаемое количество работников в народном хозяйстве в рассматриваемом периоде (без сельского хозяйства и рыболовства) H_p , млн. человек.

В качестве норматива, в зависимости от принятого основания для расчетов, используется соответственно одна из следующих величин:

прогнозируемая доля $\Delta_{з.о}$, которую составят затраты

на ЭЦВМ от всех капиталовложений $K_{з.о}$ в новые заводы и оборудование;

доля Δ_0 ЭЦВМ в общей величине капитальных вложений K_0 на новое оборудование;

количество приведенных малых ЭЦВМ q , приходящееся на 1 млн. работников (без сельского хозяйства и рыболовства), в начале q_1 и в конце q_2 планируемого периода.

Тогда общее потребное количество новых ЭЦВМ в планируемом периоде S_0 можно рассчитать по одной из следующих формул:

$$S_0 = \frac{\Delta_{з.о} K_{з.о}}{z_m} \frac{\text{приведенных малых ЭЦВМ}}{\text{период}}; \quad (3.18)$$

$$S_0 = \frac{\Delta_0 K_0}{z_m} \frac{\text{приведенных малых ЭЦВМ}}{\text{период}}; \quad (3.19)$$

$$S_0 = H_p (q_2 - q_1) \frac{\text{приведенных малых ЭЦВМ}}{\text{период}}, \quad (3.20)$$

где S_0 — общий спрос на ЭЦВМ в планируемом периоде, выраженный в условных малых машинах; z_m — средняя цена одной малой ЭЦВМ в рассматриваемом периоде. Применительно к шаговым электродвигателям ожидают, что

$$S_{ш.д} \sim S'_{\text{ЭЦВМ}}, \quad (3.21)$$

где $S_{ш.д}$ — спрос на шаговые электродвигатели; $S'_{\text{ЭЦВМ}}$ — спрос на ЭЦВМ и их периферийные устройства.

Распространение ЭЦВМ и их периферийных устройств будет способствовать росту спроса на шаговые двигатели.

При прогнозировании спроса на бытовую радиоэлектронную аппаратуру изучается доля δ_a , которую составляет продажа этой аппаратуры в общей величине потребительских расходов населения:

$$\delta_a = \frac{Q_p}{S_{п.р}}, \quad (3.22)$$

где Q_p — годовой объем продажи бытовой радиоэлектронной аппаратуры; $S_{п.р}$ — общая величина потребительских расходов населения страны за год.

Изучение зависимости спроса от отдельных факторов. Рассмотрим это на примере исследования одного из специфических факторов спроса на сверхзвуковые пассажирские самолеты — роста числа пассажиров, стремящихся сократить длительность перелета и готовых дополнительно заплатить за повышенную скорость.

При прогнозировании спроса на сверхзвуковые самолеты тщательно изучается его зависимость от приращения тарифов. При этом прогнозируется, какое количество пассажиров будет ездить по служебным, а какое — по личным делам.

На рис. 3.4 приведен график, показывающий, как для каждой из этих групп пассажиров будет уменьшаться предпочтительный спрос $S_{с.с}$ на перевозки сверхзвуковыми самолетами при относительном возрастании тарифов Δz_T .

Самым трудным в таких расчетах является то, что в их основе должна лежать та прогнозируемая денежная оценка экономии времени, проведенного в пути, которую дадут сами пассажиры. Средневзвешенная стоимостная оценка 1 ч сэкономленного времени пассажира, которую он готов заплатить в виде надбавки к прежнему тарифу, может быть определена как

$$S_{ч.э} = b_{ч.с} \sum_l \omega_l v_l \text{ руб/ч}, \quad (3.23)$$

где $S_{ч.э}$ — средневзвешенная стоимостная оценка одного часа сэкономленного времени пассажира; $b_{ч.с}$ — средне-часовой заработок одного пассажира; ω_l — коэффициент, характеризующий, какой долей от своего среднечасового заработка пассажиры l -й группы оценивают один час сэкономленного ими времени в пути; v_l — доля пассажиров l -й группы в общем количестве пассажиров.

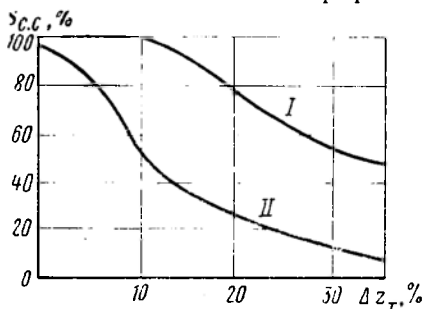


Рис. 3.4. Относительное уменьшение предпочтительного спроса $S_{с.с}$ на перевозки сверхзвуковыми самолетами при относительном возрастании тарифов Δz_T :

I — перевозки пассажиров, которые ездят по служебным делам; II — перевозки пассажиров, которые едут по своим делам

В подобных расчетах принимают, например, такие значения ω_l и ν_l :

Группа пассажиров	Род поездок	ω_l	ν_l
1	В командировку	1,5	0,7
2	По личным делам	0,5	0,3

Здесь принято: 70% от общего количества пассажиров ездят в командировку и оценивают каждый час сэкономленного ими времени в размере своего среднего полуторачасового заработка; 30% пассажиров оценивают сэкономленный час времени своим получасовым средним заработком.

Большое значение имеет выявление возможно более точной оценки пассажирами каждой группы часа сэкономленного ими в пути времени.

Прогнозирование спроса на прибор на основе ожидаемого среднегодового объема его реализации. Прогнозирование спроса S на новый прибор может производиться и на основе ожидаемого среднегодового объема его реализации $Q_{p.r.}$ и предполагаемого числа лет T_b выпуска

$$S = Q_{p.r.} T_b. \quad (3.24)$$

В зависимости от того, в каких единицах измеряется величина $Q_{p.r.}$, величина S будет выражаться в руб./период или в шт./период.

Очень важно при таком расчете правильно прогнозировать длительность T_b того периода, в течение которого вновь создаваемый прибор будет иметь сбыт. Величина T_b зависит от рода прибора, от того, является ли он универсальным или специальным, стандартным или уникальным. Применительно к приборам, величина T_b колеблется обычно в пределах $T_b = 3-10$ лет. Так, технические параметры современных контрольно-измерительных приборов (быстродействие, точность и т. п.) повышаются на порядок каждые десять, а нередко даже пять лет. Срок выпуска многих таких приборов составляет всего $T_b = 3$ года. Прогнозы предусматривают, что после появления нового контрольно-измерительного прибора на рынке за первые два года может продаваться 60% всего его выпуска, а за три года — 80%.

Заводы-изготовители ЭЦВМ из экономических соображений стремятся обновлять модели выпускаемых ими серийных вычислительных машин не чаще, чем через $T_{в}=4-5$ лет.

Отдельно стоит вопрос о прогнозировании числа лет $T_{в.п}$ выпуска приборов одного поколения. Например, ламповые ЭЦВМ просуществовали до 1959 г., когда им на смену пришло второе поколение — транзисторные ЭЦВМ. С 1964—1965 гг. появились ЭЦВМ третьего поколения — на интегральных схемах. Прогнозы предусматривают, что ЭЦВМ третьего поколения будут выпускаться до 1978 г. Таким образом для ЭЦВМ третьего поколения прогнозируемая величина ожидаемого срока их выпуска составляет примерно $T_{в.п}=13-14$ лет.

Изучение имеющегося парка рассматриваемых приборов и его динамики. Прогнозирование спроса S и производства P приборов (систем) предполагает знание имеющегося их парка $N_{п}$. Так как в наличном парке имеются интересующие нас приборы самых различных моделей, разных лет выпуска, встает вопрос о том, в каких единицах изучать его. Складывать в штуках приборы (системы) разных моделей нельзя, так как они обладают разными возможностями, т. е. представляют собой различные потребительные ценности. Непосредственно в штуках можно складывать лишь приборы (системы) одной и той же модели, т. е. одного и того же типоразмера.

Вот почему возникает необходимость изучать общий парк $N_{от}$ соответствующих приборов (систем) в каждом T -м году в сопоставимых ценах

$$N_{от} = \sum_i N_{it} z_{ci} \text{ сопоставимых руб.}, \quad (3.25)$$

где N_{it} — количество имевшихся приборов (систем) i -й модели в T -м году; z_{ci} — сопоставимая цена одного i -го прибора (системы).

Сопоставимая цена z_{ci} является хорошим соизмерителем для исчисления общего парка приборов (систем), так как в ней находят отражение самые различные качества изделий. При этом для возможности исчисления динамики парка, т. е. темпов его роста, расчет обязательно должен вестись именно в сопоставимых ценах z_{ci} . Тогда индекс изменения общего парка рассматриваемых прибо-

ров (систем) за интересующий нас период определяется как

$$I = \frac{N_{02}}{N_{01}} = \frac{\sum_i N_{i2} z_{ci}}{\sum_i N_{i1} z_{ci}}, \quad (3.26)$$

где N_{02} и N_{01} — общий парк приборов (систем) во втором и первом годах; N_{i2} и N_{i1} — количество имевшихся приборов i -й модели во втором и первом годах.

Кроме денежного измерения общего парка имеющихся приборов (систем), большой самостоятельный интерес представляет еще и выражение его в штуках приведенных приборов определенной модели. Последний может быть рассчитан как

$$N'_{от} = \frac{\sum_i N_{iT} z_{ci}}{z_{с.п}} \text{ штук приведенных приборов, } (3.27)$$

где $N'_{от}$ — общий парк рассматриваемых приборов (систем) в T -м году, выраженный количеством штук приборов определенной модели; $z_{с.п}$ — сопоставимая оптовая цена одного прибора (системы) той модели, к которой приводятся все остальные.

В качестве другого соизмерителя может быть принята сопоставимая годовая производительность приборов (систем). Тогда общий парк приборов (систем) $N'_{от}$ в приведенных приборах определенной модели может быть рассчитан как

$$N''_{от} = \frac{\sum_i N_{iT} q_{г.сi}}{q_{г.с.п}} \text{ штук приведенных приборов, } (3.28)$$

где $q_{г.сi}$ — годовая сопоставимая производительность одного прибора (системы) i -й модели; $q_{г.с.п}$ — годовая сопоставимая производительность одного прибора (системы) той модели, к которой приводятся все остальные.

Измерение парка в штуках приведенных приборов дает более наглядное представление о количественном составе общего парка рассматриваемых приборов (систем). Оно конкретизирует то представление о наличном парке

приборов, которое дает выражение его в денежной форме.

На базе соизмерителя $q_{г.с i}$ индекс изменения общего парка рассматриваемых приборов (систем) в нынешнем (втором) периоде по сравнению с предыдущим (первым) периодом определится как

$$I'' = \frac{N_{02}''}{N_{01}''} = \frac{\sum_i N_{i2} q_{г.с i}}{\sum_i N_{i1} q_{г.с i}}. \quad (3.29)$$

При прогнозировании спроса необходимо учитывать особенности роста парка тех или иных приборов. Так, анализ показал, что для роста парка телевизоров характерно два периода: 1) начальный период быстрого роста парка; 2) период относительного насыщения и замедления темпов роста (при обеспечении уже каждой семьи одним телевизором).

Самостоятельный интерес представляет и выражение общей производительной силы в областях использования имеющегося парка рассматриваемых приборов (систем). Последняя может быть рассчитана как

$$P_c = H_p + V_{т.р} \quad \text{приведенных работников ручного труда,} \quad (3.30)$$

где P_c — общая сумма производительных сил в областях использования рассматриваемых приборов (систем); H_p — численность работников, которые работают с помощью этих приборов (систем); $V_{т.р}$ — сумма технического вооружения этими приборами (системами) в переводе на число замещаемых ими работников ручного труда, работающих с помощью простейших инструментов.

При этом величина $V_{т.р}$ может быть приближенно определена как

$$V_{т.р} = \frac{\sum_i N_{it} q_{г.с i}}{p_p} \quad \text{высвобожденных работников,} \quad (3.31)$$

где p_p — средняя производительность труда одного работника при ручном труде (с использованием простейших инструментов).

Изучение удельных измерителей, характеризующих имеющийся парк соответствующих приборов (систем). Помимо абсолютных величин общего парка N_{Π} соответствующих приборов (систем), надо еще изучать и удельные измерители q_{Π} . Величины q_{Π} рассчитывают на 1000 (а чаще — даже на 1 млн.) жителей, работников или рабочих (служащих, инженеров, ученых):

$$q_{\Pi.ж} = \frac{N_{\Pi}}{H_{ж}} \frac{\text{приведенных приборов}}{\text{жителя}}; \quad (3.32)$$

$$q_{\Pi.т} = \frac{N_{\Pi}}{H_{т}} \frac{\text{приведенных приборов}}{\text{трудящегося}}; \quad (3.33)$$

$$q_{\Pi.р} = \frac{N_{\Pi}}{H_{р}} \frac{\text{приведенных приборов}}{\text{рабочего}}; \quad (3.34)$$

$$q_{\Pi.т.с} = \frac{N_{\Pi}}{H_{т.с}} \frac{\text{приведенных приборов}}{\text{трудящегося, занятого в определенной сфере деятельности}}, \quad (3.35)$$

где N_{Π} — общий парк этих приборов в соответствующих приведенных единицах; $H_{ж}$ — общее количество населения (жителей) в стране; $H_{т}$ — общее количество трудящихся в стране; $H_{р}$ — общее количество рабочих в стране; $H_{т.с}$ — количество трудящихся, занятых в определенной сфере деятельности; $q_{\Pi.ж}$ — количество приведенных приборов, приходящееся на одного жителя; $q_{\Pi.т}$ — количество приведенных приборов, приходящееся на одного трудящегося; $q_{\Pi.р}$ — количество приведенных приборов, приходящееся на одного рабочего; $q_{\Pi.т.с}$ — количество приведенных приборов, приходящееся на одного трудящегося, занятого в определенной сфере деятельности.

Величины q_{Π} характеризуют экономический потенциал страны в области соответствующих приборов.

Подобные удельные измерители нельзя определять путем непосредственного сложения в штуках приборов различных типоразмеров.

Изучение и прогнозирование темпов роста объема производства отдельных видов приборов. Большой интерес представляет изучение имевших место в прошлом и прогнозирование на перспективу темпов роста объема производства отдельных видов приборов. Темп роста харак-

теризует отношение последующего уровня к предыдущему. Темпы роста α_i могут исчисляться (табл. 3.2):

базисные α_{bi} (по сравнению с одной и той же базой);

цепные α_{ci} (когда база является переменной, т. е. каждый последующий уровень сравнивается со смежным предыдущим).

Таблица 3.2

Пример исчисления базисных α_{bi} и цепных α_{ci} темпов роста объема производства прибора за пятилетку

Годы	Объем производства каждого года	Темпы роста	
		базисные	цепные
О (базисный год, т. е. последний год предыдущей пятилетки)	Q_0	—	—
1.	Q_1	$\alpha_{b1} = \frac{Q_1}{Q_0}$	$\alpha_{c1} = \frac{Q_1}{Q_0}$
2.	Q_2	$\alpha_{b2} = \frac{Q_2}{Q_0}$	$\alpha_{c2} = \frac{Q_2}{Q_1}$
3.	Q_3	$\alpha_{b3} = \frac{Q_3}{Q_0}$	$\alpha_{c3} = \frac{Q_3}{Q_2}$
4.	Q_4	$\alpha_{b4} = \frac{Q_4}{Q_0}$	$\alpha_{c4} = \frac{Q_4}{Q_3}$
5.	Q_5	$\alpha_{b5} = \frac{Q_5}{Q_0}$	$\alpha_{c5} = \frac{Q_5}{Q_4}$

Произведение цепных темпов α_{ci} дает базисный темп роста α_{bn} последнего периода

$$\alpha_{bn} = \prod_{i=1}^n \alpha_{ci}. \quad (3.36)$$

Так, в рассматриваемом примере (табл. 3.2) имеем:

$$\alpha_{b5} = \alpha_{c1}\alpha_{c2}\alpha_{c3}\alpha_{c4}\alpha_{c5} = \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \frac{Q_2}{Q_1} \cdot \frac{Q_3}{Q_2} \cdot \frac{Q_4}{Q_3} \cdot \frac{Q_5}{Q_4} = \frac{Q_5}{Q_0} = \prod_{i=1}^5 \alpha_{ci}.$$

Деление базисного темпа $a_{бn}$ на предыдущий базисный темп $a_{бn-1}$ дает цепной темп $a_{цn}$ последующего периода

$$\frac{a_{бn}}{a_{бn-1}} = a_{цn}. \quad (3.37)$$

Так, применительно к примеру, рассмотренному в табл. 3.2, имеем:

$$\frac{a_{б5}}{a_{б4}} = \frac{Q_5}{Q_0} : \frac{Q_4}{Q_0} = \frac{Q_5}{Q_4} = a_{ц5}.$$

Большой интерес представляет изучение среднегодовых темпов роста $\bar{a}$ объема производства соответствующего прибора. Их исчисляют по формуле средней геометрической

$$\bar{a} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{цi}}, \quad (3.38)$$

где n — последний год рассматриваемого периода.

Поскольку

$$\prod_{i=1}^n a_{цi} = a_{бn},$$

то

$$\bar{a} = \sqrt[n]{a_{бn}} = \sqrt[n]{\frac{Q_n}{Q_0}}, \quad (3.39)$$

где Q_n — объем производства данного прибора в последнем году рассматриваемого периода; Q_0 — объем его производства в базисном году.

Помимо средних темпов роста $\bar{a}$, выявляют, в каком году имел место наибольший темп роста $a_{\max}$, а в каком — наименьший $a_{\min}$.

На базе экстраполяции средних ежегодных темпов $\bar{a}$ иногда прогнозируют дальнейшее увеличение объема производства соответствующего прибора или целой подотрасли приборостроения. Прогнозируют, что будет достигнуто к интересующему нас году, если сохранится прежний темп роста. Надо однако иметь в виду, что по

совершенно новым типам приборов нельзя строить прогнозы увеличения объема их производства просто на базе экстраполяции средних ежегодных темпов $\bar{\alpha}$ роста их выпуска в предыдущие годы.

Иногда думают, что очень высокие темпы роста объема производства имеют место только в самый начальный период выпуска нового типа прибора, когда объем его выпуска возрастает от единиц до десятков, сотен и тысяч штук в год. На примере интегральных схем можно видеть, что это совсем не так. Даже когда объем производства интегральных схем уже измерялся сотнями тысяч штук в год, он и дальше продолжал возрастать в сотни раз всего за несколько лет. Например, за период $n=6$ лет с базисного $T_0=1963$ г. по $T_n=1969$ г. выпуск интегральных схем в США возрос с $Q_0=919\,000$ шт. в 1963 г. до $Q_n=367$ млн. шт. в 1969 году, т. е. в

$$\alpha_{56} = \frac{Q_n}{Q_0} = \frac{367 \cdot 10^6}{0,919 \cdot 10^6} = 400 \text{ раз.}$$

Это означает, что в течение рассматриваемого отрезка — с 1963 г. по 1969 г. — выпуск интегральных схем (ИС) в США увеличивался в среднем за год в

$$\bar{\alpha} = \sqrt[6]{400} = 2,71 \text{ раза,}$$

т. е. средний ежегодный прирост составлял 171 %.

В денежном выражении в текущих ценах общий объем продаж интегральных схем в США за период $n=7$ лет с базисного $T_0=1962$ г. до $T_n=1969$ г. увеличился: с $Q_0=15$ млн. долл. до $Q_n=679$ млн. долл., т. е. в

$$\alpha_{67} = \frac{Q_n}{Q_0} = \frac{679 \cdot 10^6}{15 \cdot 10^6} = 453 \text{ раза.}$$

Следовательно, в течение рассматриваемого периода — с 1962 г. по 1969 г. — производство интегральных схем в США в денежном выражении увеличивалось в среднем за год в

$$\bar{\alpha} = \sqrt[7]{453} = 2,39 \text{ раза,}$$

т. е. средний ежегодный прирост происходил на 139%.

Или, например, в Японии за $n=3$ года с $T_0=1966$ г. по $T_n=1969$ г. производство интегральных схем увеличилось с $Q_0=0,285$ млн. шт. до $Q_n=60$ млн. шт. в год, т. е. в

$$\alpha_{63} = \frac{Q_n}{Q_0} = \frac{60 \cdot 10^6}{0,285 \cdot 10^6} = 210 \text{ раз.}$$

Это означает, что в течение рассматриваемого периода — с 1966 г. по 1969 г. — производство интегральных схем увеличивалось в Японии в среднем за год в

$$\bar{\alpha} = \sqrt[3]{210} = 5,94 \text{ раза,}$$

т. е. ежегодный прирост происходил на 494%.

При прогнозировании темпов роста спроса и объема производства прибора нового типа стремятся использовать метод аналогии. Так, прогнозы объема производства лазеров строятся на предположении, что будет наблюдаться некоторое соответствие между темпами роста спроса и объема выпуска лазерной техники с ЭЦВМ. Поэтому кривая темпов увеличения объема производства ЭЦВМ используется для прогнозирования темпов роста спроса на лазерную технику. Составленные таким путем прогнозы предусматривают, например, что сумма продаж лазерного оборудования достигнет в США в 1980 г. $Q=1,5$ млрд. долл.

Как денежный спрос S на прибор нового типа, так и планируемый объем его ежегодного производства P существенно зависят от размера средств, выделяемых для этого в народном хозяйстве. Последний в свою очередь зависит от того, сколько средств необходимо на другие цели, в том числе на производство других приборов и систем. Следовательно, вопрос о темпах роста объема производства того или иного прибора нельзя решать изолированно, не рассматривая темпов увеличения выпуска всех других приборов и систем.

Анализируя приводимые в литературе прогнозы отдельных видов приборов в капиталистических странах, нельзя, конечно, забывать о том, что в экономике этих стран действует слишком много таких факторов, которые могут опрокинуть все предположения. Так, в США в по-

следнее время имеет место большая безработица, растет дороговизна, усиливается инфляция и ухудшается ряд других экономических показателей.

В 1970/71 г. в США имела место большая биржевая паника. Опасное положение создалось в США в конце 1970 г. в производстве мини-ЭЦВМ, когда имел место спад на рынке этих машин.

Прогнозирование увеличения доли систем, оснащенных приборами новейших типов. При прогнозировании потребности в приборах большую помощь в ряде случаев может оказать и изучение роста по отдельным годам доли $\delta_{нт}$, которую будут занимать в общем выпуске данных систем системы, оснащенные новейшими типами приборов:

$$\delta_{нт} = \frac{Z_{нт}}{Z_{от}}, \quad (3.40)$$

где $Z_{нт}$ — стоимость систем, оснащенных приборами (устройствами) новейших типов, которые будут выпущены в T -м году; $Z_{от}$ — общая стоимость выпуска этих систем в T -м году.

Так, большое значение при прогнозировании общего спроса на интегральные схемы имеет прогноз доли дист всей радиоэлектронной продукции, которая будет выпускаться в интегральном исполнении. Для 1980 г. эти прогнозы предусматривают применительно к США $\delta_{дист1980} = 0,75$, т. е. что $3/4$ всей радиоэлектронной аппаратуры будет выпускаться на интегральных схемах.

Изучение закономерностей производства и спроса на новую модель прибора в первые месяцы ее выпуска. Для правильного прогнозирования спроса на новый прибор важно изучать закономерности изменения спроса S и производства P в первые месяцы его выпуска T_v

$$S = S(T_v); \quad (3.41)$$

$$P = P(T_v). \quad (3.42)$$

На рис. 3.5 показано, как изменяются эти величины для новой линейной интегральной схемы на протяжении первых 18-ти месяцев ее выпуска. Как видно из этого рисунка, в первый период своего появления новая линейная интегральная схема пользуется значительным спросом. Ее образцы приобретаются главным образом для

лабораторных исследований разработчиками аппаратуры и систем, а также другими предприятиями, выпускающими аналогичные интегральные схемы.

Во второй период, пока потребители изучают целесообразность и возможность применения созданной схемы, спрос на нее падает. В то же время завод-изготовитель оснащается в течение этого периода всем необходимым для организации массового выпуска новой схемы.

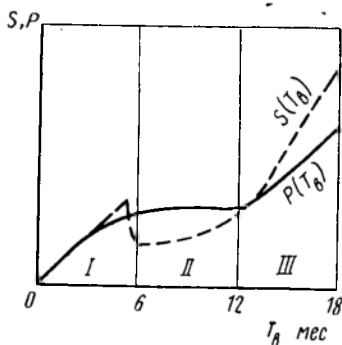


Рис. 3.5. Изменение спроса S и производства P линейной интегральной схемы в первые месяцы T_0 ее выпуска

В третий период спрос начинает быстро возрастать, опережая даже увеличение производства и превосходя реальные возможности ее поставки.

Прогнозирование возможностей экспорта советских приборов. Отдельно стоит вопрос о выявлении возможностей сбыта вновь создаваемого отечественного прибора на внешних рынках, т. е. экспорта его. Экспорт советских приборов является одним из важных

источников роста национального дохода страны. Поэтому надо изучать экономическую эффективность экспорта различных отечественных приборов, определять, в каком количестве и на каких рынках они могут найти сбыт.

Экономическая эффективность экспорта рассматриваемого отечественного прибора может быть определена как

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta W_a}{W_a}, \quad (3.43)$$

где ε_a — коэффициент эффективности экспорта приборов данной модели; ΔW_a — экономия денежных затрат (в отечественных денежных единицах), получаемая нашей страной благодаря отсутствию необходимости изготавливать у себя те изделия, которые теперь могут быть ввезены на валютную выручку, получаемую от экспорта данных приборов, руб.; W_a — денежные затраты на про-

изводство приборов, предназначенных для продажи на внешних рынках, руб.

В этой формуле обе величины ΔW_3 и W_3 измеряются в отечественной денежной единице. В этом состоит ее основное достоинство. Пользуясь ею, не пужно прибегать к переводам разных денежных единиц. При

$$\epsilon_3 > 1. \quad (3.44)$$

экспорт данных приборов является экономически эффективным.

Расчет величины ожидаемой экономии ΔW_3 должен вестись применительно к определенному изделию, представляющему в настоящее время интерес в качестве объекта для дополнительного импорта в нашу страну. Результат этого расчета зависит поэтому от того, какое изделие принято в качестве объекта дополнительного импорта. Поэтому формула (3.43) отвечает на вопрос о том, является ли экономически эффективным для нашей страны экспорт рассматриваемых приборов, при условии дополнительного импорта таких-то изделий. Применительно к импорту каких изделий надо вести расчет величины ΔW_3 , выясняют в Министерстве внешней торговли СССР.

Широкий экспорт советских приборов предполагает: обеспечение их высокого технического уровня, надежности и качества;

изучение емкости различных зарубежных рынков для экспорта различных советских приборов;

тщательное согласование номенклатуры и конструктивного оформления выпускаемых приборов с особенностями требований покупателей в разных странах;

хорошую организацию технического обслуживания зарубежных покупателей приборов (хорошее снабжение запасными частями, длительные гарантийные сроки наработки на отказ и др.).

Экспорт советских приборов осуществляют всесоюзные объединения, например, «Машприборинторг» и др. Они знакомят зарубежные деловые круги с предлагаемыми для экспорта приборами, демонстрируют их на международных и специализированных выставках, а также показывают непосредственно в производственных условиях. В отраслевых приборостроительных министерствах созданы объединения для содействия экспорту

(«Радиозагранпоставка», «Главприборзагранпоставка» и др.).

Большое внимание уделяется тому, чтобы не только продать наши приборы на мировом рынке, но и утвердить их авторитет, завоевать доверие к ним зарубежных покупателей, добиться устойчивого, все возрастающего спроса на них. В этих целях важно не только изготовить приборы высокого технического уровня и качества, но и облегчить покупателям их эксплуатацию. Советские внешнеторговые объединения оказывают покупателям помощь в монтаже, наладке и пуске приборов в эксплуатацию; в обучении местного персонала, призванного обслуживать их; в обеспечении запасными частями и проведении профилактического ремонта. Многие советские специалисты осуществляют за границей авторский надзор, монтаж и шефмонтаж, а также техническое обслуживание проданных приборов. Хорошее техническое обслуживание потребителей стало важным условием успешного сбыта приборов и систем.

Большое внимание уделяется усилению экономической заинтересованности наших отраслевых министерств, а также предприятий в дальнейшем расширении экспорта советских приборов и повышении эффективности внешней торговли. С 1968 г. увеличено материальное стимулирование коллективов предприятий за изготовление приборов для экспорта. Повышена доля отчислений от стоимости отгруженных заводом на экспорт приборов в его фонд премирования. Кроме того, в зависимости от суммы поставки на экспорт завод получает валютный лимит на приобретение вне очереди оборудования из-за границы.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ ПО ПРИБОРАМ СРАВНИВАЕМЫХ ТИПОВ

§ 4.1. Методы укрупненных расчетов приближенной оптовой цены прибора на начальных стадиях его разработки

Оптовая цена прибора, как важнейший обязательный элемент капитальных вложений при его эксплуатации. Капитальные вложения при оценке экономической эффективности созданного прибора определяются применительно к эксплуатации прибора (системы) у потребителя и представляют собой те средства, которые потребитель один раз вкладывает для того, чтобы эксплуатировать данный прибор или систему.

Элементы, входящие в состав капитальных вложений по сравниваемым вариантам, бывают как общими для всех приборов (систем), так и специфическими для отдельных их видов. Ниже будут подробно рассмотрены все специфические элементы капитальных вложений. Здесь же рассматривается самый общий элемент капитальных вложений — цена.

Создавая новый прибор, исследователи и разработчики анализируют, что еще можно сделать для его удешевления, для снижения его цены. Так, МОП-схемы привлекают покупателей низкими ценами. В течение последних двух лет изготовители полупроводниковых приборов бились над вопросами надежности МОП интегральных схем в пластмассовом корпусе, что позволяет снизить цены МОП ИС. Теперь эта проблема решена.

Основное отличие малых ЭЦВМ от больших вычислительных систем — укороченная длина машинного слова, меньший размер, ограниченные вычислительные возможности и существенно более низкая цена. Понижение цен малых ЭЦВМ достигается в первую очередь за счет применения более коротких машинных слов, что сокращает

число двоичных разрядов памяти, регистров, арифметических элементов и каналов передачи данных.

Теперь уже очень часто перед исследователями и разработчиками с самого начала ставится задача создать прибор нового типа, цена которого при производстве больших партий лежала бы в определенных установленных пределах.

Важно обеспечить, чтобы расчетная цена создаваемого прибора была максимально близка к реальной. При сравнении цен нового прибора с прежним надо следить за тем, чтобы они были сопоставимы. Для этого они должны быть ценами одного года. Для возможности сопоставления цен нового и прежнего приборов необходимо последнюю тоже пересчитать с учетом действующих в настоящее время цен на компоненты и ставок заработной платы.

Из-за больших трудностей точного определения цены создаваемого прибора (системы), нередко называют две цифры: верхний и нижний пределы ожидаемой цены изделия.

Методы укрупненных приближенных расчетов цены создаваемого прибора. Цену нового прибора, в общей величине затрат на изготовление которого велика доля покупных изделий (элементов) и мала доля материалов, на начальных стадиях разработки часто определяют как

$$z_n = \frac{100S_{п.н}}{\mu_{п.п}} \text{ руб./прибор}, \quad (4.1)$$

где z_n — цена вновь создаваемого прибора; $S_{п.н}$ — рассчитанная стоимость покупных изделий (элементов), расходуемых на изготовление вновь создаваемого прибора, руб.; $\mu_{п.п}$ — установленная на основе анализа статистических данных доля, которую составляют покупные изделия в цене прежде изготовлявшихся приборов, возможно более близких к вновь создаваемому, %.

Данный расчет основан на том, что:

именно стоимость покупных изделий и элементов $S_{п.н}$ может быть рассчитана на начальных стадиях разработки нового прибора;

стоимость покупных изделий S_n занимает наибольшую долю μ_n в цене z прибора.

Для новых приборов, в общей величине затрат на изготовление которых велика доля не только покупных изделий (элементов), но и материалов, приближенный укрупненный расчет их цены z_n на начальных стадиях разработки производится по формуле

$$z_n = \frac{100S_{м.п}}{\mu_{м.п}} \text{ руб./прибор,} \quad (4.2)$$

где $S_{м.п}$ — стоимость материалов и покупных изделий, расходуемых на изготовление вновь создаваемого прибора, руб.; $\mu_{м.п}$ — доля, которую составляют материалы и покупные изделия в цене прежде изготовлявшихся приборов, возможно более близких к вновь издаваемому, %.

Следовательно, для приближенного расчета цены вновь создаваемого прибора надо рассчитать только величину $S_{п.п}$ (или $S_{м.п}$).

Иногда для приближенного прогнозирования цены $z_{о.п}$ создаваемого прибора на начальных стадиях его разработки можно воспользоваться ценой прежнего отечественного прибора $z_{о.п}$ и коэффициентом $\gamma_{з.п}$, характеризующим, во сколько раз такой прибор дороже прежнего за рубежом

$$z_{о.п} = \gamma_{з.п} z_{о.п} = \frac{z_{з.п}}{z_{з.п}} z_{о.п} \text{ руб./прибор,} \quad (4.3)$$

где z_o — цена отечественного прибора: новой модели ($z_{о.п}$) и прежнего типа ($z_{о.п}$), руб./прибор; z_z — цена (в иностранной валюте) подобного зарубежного прибора: нового ($z_{з.п}$) и прежнего ($z_{з.п}$) типов; $\gamma_{з.п} = \frac{z_{з.п}}{z_{з.п}}$

коэффициент, характеризующий, во сколько раз данный прибор дороже прибора прежнего типа за рубежом.

Достоинством этого метода является то, что он не требует перевода одних денежных единиц в другие.

В практике проектирования встречаются случаи, когда надо быстро определить приближенную стоимость целой системы $z_{сис.}$. Иногда ее удастся определить, если известны цена $z_{о.э}$ одного из основных ее элементов, а также та доля $\mu_{о.э}$, которую данный элемент составляет в общей цене прежних аналогичных систем

$$z_{\text{сис}} = \frac{100z_{0.9}}{\mu_{0.9}} \text{ руб./систему,} \quad (4.4)$$

где $z_{\text{сис}}$ — ожидаемая цена вновь создаваемой системы; $z_{0.9}$ — рассчитанная цена одного из основных элементов (устройств) рассматриваемой новой системы; $\mu_{0.9}$ — доля, которую стоимость аналогичного основного элемента (устройства) занимала в цене прежней системы, возможно более близкой к вновь созданной, %.

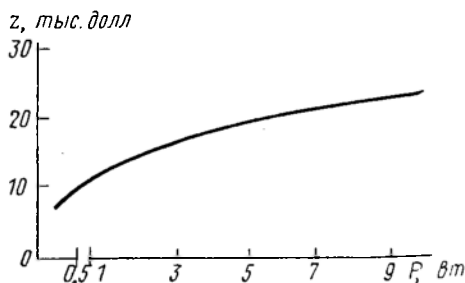


Рис. 4.1. Зависимость цены z аргонового лазера (с блоком питания) от мощности P излучения

Для возможности осуществления приближенных укрупненных расчетов цен очень важно изучать их корреляционную зависимость

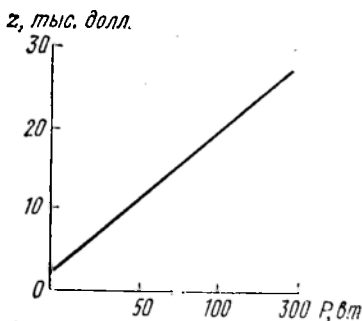


Рис. 4.2. Зависимость цены z лазера на CO_2 (с блоком питания) от мощности P излучения

от различных параметров приборов. Нередко, однако, установление таких зависимостей бывает связано со значительными трудностями вследствие большого числа переменных величин. Пока трудно, например, определить зависимость цен z СВЧ приборов от частоты f :

$$z = z(f). \quad (4.5)$$

В подобных случаях иногда прибегают к экспертным оценкам спе-

циалистов. Так, для СВЧ приборов на основе экспертных оценок получена зависимость

$$z \propto f^{0,3}, \quad (4.6)$$

где z — цена прибора; f — частота.

Следовательно, цена СВЧ прибора примерно удваивается при каждом десятикратном увеличении частоты.

Если известна цена z_6 большой ЭЦВМ с длиной слова $l_{с.б.}$, то интересующая нас цена z_m малой машины этого же ряда, имеющей длину слова $l_{с.м.}$, в самом первом приближении может быть определена как

$$z_m = \frac{l_{с.м.}}{l_{с.б.}} z_6 \text{ руб./систему.} \quad (4.7)$$

Для оптимального проектирования лазерной системы передачи данных требуется точно установить соотношение между основными параметрами системы (уровень мощности излучения передатчика, диаметр передающей и приемной антенны, апертурный угол приемника) и ценой отдельных компонентов системы. На рис. 4.1 и 4.2 приведены зависимости цен двух типов лазеров от мощности излучения.

§ 4.2. Методы калькуляции себестоимости изготовления прибора на завершающих стадиях его проектирования

Расчет заводской себестоимости изготовления разработанного прибора. Вначале рассчитывается заводская себестоимость c_3 изготовления спроектированного прибора. Этот расчет производится в следующем порядке:

расчет стоимости S_{Π} расходуемых на изготовление этого прибора покупных изделий (4.1) ¹;

расчет стоимости S_m расходуемых на его изготовление материалов (за вычетом стоимости реализуемых отходов) (табл. 4.2);

расчет основной заработной платы B_o производственных рабочих за изготовление прибора (табл. 4.3);

¹ Так, доля покупных изделий в себестоимости телевизоров составляет $\mu_{\Pi} = 74 \div 80\%$.

Таблица 4.1

Расчет стоимости покупных изделий, расходуемых на изготовление спроектированного прибора

Наименование покупных изделий	Тип (модель)	Количество	Цена, руб./шт.	Сумма, руб./прибор

Таблица 4.2

Расчет стоимости основных материалов, расходуемых на изготовление спроектированного прибора

Наименование деталей	Количество дета- лей в приборе	Род материала, марка и размер	Чистый вес 1000 деталей, кг	Коэффициент использования материала	Норма расхода материала, кг		Цена единицы материала, руб/кг	Сумма, руб. на 1000 приборов
					на 1000 деталей	на 1000 приборов		

Таблица 4.3

Расчет основной производственной заработной платы за изготовление деталей, сборку, наладку и изготовление спроектированного прибора

Наименование узлов и деталей	Коли- чество деталей	Наиме- нование операций	Разряд работы	Норма времени, час		Основная производст- венная зарпла- та, руб. прибор
				на деталь	на прибор	

расчет величин цеховых $W_{ц.р}$ и общезаводских $W_{з.р}$ расходов, приходящихся на один прибор.

В целях уменьшения количества выделяемых в этом расчете элементов затрат, в цеховые расходы $W_{ц.р}$ включены также дополнительная заработная плата B_d производственных рабочих и начисления на их заработную плату $N_{с.с}$ органам социального страхования:

$$W_{ц.р} = W'_{ц.р} + B_d + N_{с.с}, \quad (4.8)$$

где $W'_{ц.р}$ — собственно цеховые расходы, приходящиеся на один прибор.

Заводскую себестоимость c_3 изготовления прибора можно рассчитать как

$$c_3 = S_{п} + S_{м} + B_o + W_{ц.р} + W_{з.р} \text{ руб./прибор}; \quad (4.9)$$

или

$$c_3 = S_{п} + S_{м} + B_o(1 + \omega_{ц.с} + \omega_3) \text{ руб./прибор}, \quad (4.10)$$

где $\omega_{ц.с}$ — коэффициент, выражающий средний для этого прибора уровень цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих; ω_3 — коэффициент, характеризующий уровень общезаводских расходов к основной заработной плате производственных рабочих.

Для расчета величин $W_{ц.р}$ и $W_{з.р}$ нужно располагать численными значениями коэффициентов $\omega_{ц.с}$ и ω_3 . Обычно прибор изготавливается в нескольких цехах. В каждом из них различно отношение его суммы цеховых расходов к основной заработной плате. В k -м цехе этот коэффициент $\omega_{цk}$ определяется как

$$\omega_{цk} = \frac{W_{ц.ck}}{B_{о.ck}}, \quad (4.11)$$

где $W_{ц.ck}$ — общая сумма цеховых расходов в k -м цехе; $B_{о.ck}$ — общая величина основной производственной заработной платы в k -м цехе.

Тогда средний уровень цеховых расходов $\omega_{ц.с}$ применительно к интересующему нас прибору составит:

$$\omega_{ц.с} = \frac{\sum_k \omega_{цk} B_{ок}}{\sum_k B_{ок}}, \quad (4.12)$$

где B_{ok} — основная заработная плата производственных рабочих за изготовление рассматриваемого прибора в k -м цехе.

Величина ω_3 определяется как

$$\omega_3 = \frac{W_{з.р.с}}{B_{0.3}}, \quad (4.13)$$

где $W_{з.р.с}$ — суммарная величина общезаводских расходов на рассматриваемом заводе; $B_{0.3}$ — суммарная величина основной производственной заработной платы, выплаченной во всех цехах этого завода за тот же период.

Величины $\omega_{ц.с}$ и ω_3 зависят от размеров предприятий, состава их цехов и выпускаемой ими продукции. Обычно разработчики приборов узнают численные значения коэффициентов $\omega_{ц.с}$ и ω_3 на том заводе, на котором предполагается изготавливать вновь созданный ими прибор.

Расчет полной себестоимости изготовления спроектированного прибора. После того как определена заводская себестоимость прибора c_3 , подсчитывается полная себестоимость его изготовления $c_{п}$

$$c_{п} = c_3 + W_{в.р} = c_3(1 + \omega_в) \text{ руб./прибор}, \quad (4.14)$$

где $c_{п}$ — полная себестоимость прибора; c_3 — заводская себестоимость его; $W_{в.р}$ — внепроизводственные расходы приборостроительного завода, приходящиеся на изготовление одного прибора; $\omega_в$ — коэффициент внепроизводственных расходов приборостроительного завода (в долях к полной себестоимости).

Величина $\omega_в$ определяется как

$$\omega_в = \frac{W_{в.р.с}}{C_{з.с}}, \quad (4.15)$$

где $W_{в.р.с}$ — суммарная величина внепроизводственных расходов на заводе; $C_{з.с}$ — суммарная заводская себестоимость всей изготовленной на этом заводе продукции.

Расчет заводской и полной себестоимости изготовления спроектированного прибора оформляется в табл. 4.4.

Таблица 4.4

**Сводная калькуляция полной себестоимости изготовления
спроектированного прибора**

Наименование статей затрат	Сумма, руб.	В % к полной себестоимости
Покупные изделия	$S_{пл}$	
Основные материалы	$S_{м}$	
Основная производственная зарплата	B_o	
Цеховые расходы	$W_{ц.р}$	
Общезаводские расходы	$W_{з.р}$	
Заводская себестоимость прибора	c_z	
Внепроизводственные расходы	$W_{в.р}$	
Полная себестоимость	$c_{п}$	100

Расчет себестоимости прибора в зависимости от доли выхода годной продукции на отдельных стадиях его изготовления. Себестоимость изготовления электронных приборов в большой степени зависит от доли выхода годной продукции на различных операциях изготовления. Так, себестоимость интегральной схемы $c_{ис}$ может быть подсчитана, как

$$c_{ис} = \frac{1}{\delta_{в4}} \left\{ \frac{1}{\delta_{в3}} \left[\frac{1}{\delta_{в2}} \left(\frac{c_{пл}}{n_c \delta_{в1}} + c_{и.п} \right) + c_k + c_c \right] + c_{и.о} \right\} \text{ руб./схему,} \quad (4.16)$$

где $c_{пл}$ — стоимость пластины кремния и затраты на все процессы по ее обработке; $c_{и.п}$ — затраты на предварительные испытания одной схемы; c_k — затраты на изготовление корпуса; c_c — затраты на сборку одной схемы; $c_{и.о}$ — затраты на окончательные испытания одной схемы; n_c — количество схем на одной кремниевой пластине; $\delta_{в1}$ — коэффициент выхода годной продукции после обработки пластины (в долях общего количества изделий, поступивших на данную операцию); $\delta_{в2}$ — коэффициент

циент выхода годной продукции после предварительных испытаний; $\delta_{вз}$ — коэффициент выхода интегральных схем после сборки в корпусе; $\delta_{в4}$ — коэффициент выхода годных интегральных схем после окончательных испытаний.

МОП технология, позволяющая изготавливать интегральные схемы со структурой металл-окисел-полупроводник, дает возможность изготавливать сложные схемы при более высоком выходе годных $\delta_{в}$, чем прежние методы изготовления интегральных схем. При изготовлении МОП интегральных схем с использованием ионного легирования не требуется проводить дополнительных операций осаждения, фотогравировки или травления, приводящих к увеличению брака.

Важным средством повышения доли $\delta_{в}$ выхода годных при одновременном увеличении безотказности является автоматизация производства интегральных схем. Необходимой предпосылкой автоматизации производства интегральных схем является их стандартизация. Стандартные интегральные схемы массового выпуска проектируются с расчетом на достижение максимальной доли выхода годных изделий $\delta_{в}$. Они разрабатываются как универсальные схемы для различных применений.

Какова в настоящее время доля $\delta_{в}$ выхода годной продукции на различных стадиях процесса изготовления больших интегральных схем (БИС)? Фирма «Collins Radio» опубликовала в 1970 г. также данные об ожидаемой доле выхода годных серийных МОП БИС при размере кристалла 3×3 мм:

после отбраковки кристаллов $\delta_{в} = 35\%$;

после операций скайбирования, резки, сортировки и контроля $\delta_{в} = 77\%$;

после операций сборки, упаковки и испытаний $\delta_{в} = 73\%$.

Прогнозирование доли годных изделий $\delta_{в}$ осуществляется на базе изучения изготовителями ИС количества дефектов, возникающих в кремниевых пластинах во время процесса производства, распределения этих дефектов на пластине и изменения количества и распределения дефектов с течением времени. На основании этих данных выводится уравнение, описывающее зависимость выхода схем годных $\delta_{в}$ от площади кристалла. По этому уравнению строится график доли выхода год-

ных ИС δ_b в зависимости от площади кристалла для различных лет прогнозируемого периода. На нем наносятся кривые изменения величин δ_b во времени для интегральных схем с различным уровнем интеграции.

Исследование влияния повышения уровня интеграции на себестоимость интегральной схемы, приходящейся на один компонент. Главнейшим направлением удешевления интегральных схем (ИС) является уменьшение их себестоимости, приходящейся на один компонент, благодаря увеличению уровня интеграции

$$c_k = \frac{c_{ис}}{n_k} \text{ коп./компонент, (4.17)}$$

где c_k — удельная себестоимость интегральной схемы, приходящаяся на один компонент; $c_{ис}$ — себестоимость интегральной схемы; n_k — количество компонентов (элементов) в одной интегральной схеме.

Это обусловливается тем, что основные затраты на полупроводниковую пластину, а также на осуществление операций диффузии и металлизации остаются неизменными. Уменьшается также стоимость масок, приходящаяся на один компонент. Вот почему стремятся увеличивать количество компонентов n_k , размещаемых в одном кристалле кремния.

На каждом уровне техники и технологии изготовления имеется определенный предел количества элементов в схеме, при котором происходит это снижение удельных затрат c_k , приходящихся на один компонент (рис. 4.3). Дальше начинается рост себестоимости. Он обусловлен резким возрастанием количества брака и уменьшением доли выхода δ_b годных изделий по мере дальнейшего увеличения количества компонентов n_k в схеме.

Прогнозы предусматривают, что в больших интегральных схемах себестоимость одного транзистора $c_{т.бис}$

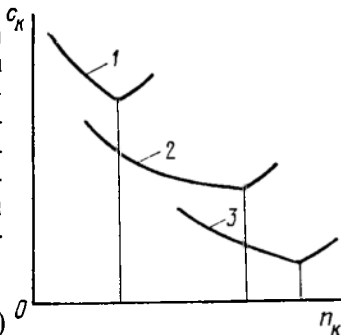


Рис. 4.3. Зависимость удельной себестоимости c_k интегральной схемы от количества компонентов n_k в схеме и перехода от прежней технологии (кривая 1) к новым, более совершенным технологическим процессам (кривые 2 и 3)

скоро достигнет уже $c_{т.бис} = 0,02$ коп./транзистор. Именно матрицы монолитных ИС с высокой степенью интеграции станут в будущем основным элементом для построения ЭЦВМ. Если изготавливать ЭЦВМ из небольшого количества больших интегральных схем (БИС), каждая из которых включает значительное количество транзисторных и диодно-транзисторных логических цепей, то может быть значительно снижена общая себестоимость вычислительной машины.

Надо иметь в виду, что *по мере повышения уровня интеграции, увеличивается количество испытаний*, необходимое для контроля качества выпускаемых ИС. Так, если для диода, имеющего два вывода, требуется провести $3 \div 4$ различных испытаний, а для транзистора с тремя выводами $9 \div 10$ измерений, то программа контроля ИС с четырнадцатью выводами, содержащей 60 компонентов, включает 150 различных тестов. Если проводить эти испытания вручную, то они обходятся в сумму, эквивалентную себестоимости изготовления этой схемы.

Из сказанного видно, что проверка ИС часто может быть более сложной, чем их изготовление. Большие интегральные схемы, состоящие из нескольких тысяч компонентов, потребуют тысячи измерений. Если осуществлять эти измерения с помощью обычных средств, то это сделало бы ИС недоступными для большинства потребителей из-за их дороговизны. Вот почему в целях удешевления испытаний на заводах-изготовителях стали создавать автоматизированные системы, управляемые ЭЦВМ, позволяющие испытывать различные типы ИС и выдавать результаты этих измерений в напечатанном виде. Автоматизированный контроль в производстве интегральных схем уменьшает издержки, обеспечивая большую безотказность.

Прогнозы предусматривают, что в ближайшем будущем контроль на производственной линии, изготавливающей БИС, будет осуществляться с помощью системы, основанной на использовании метода сканирования лазерного луча. Более отдаленной перспективой является соединение лазерной системы с ЭЦВМ, с целью создания полностью автоматизированной системы по производству ИС.

Автоматизация производства, как основное направление снижения себестоимости приборов. Для снижения

себестоимости приборостроительные заводы обращаются к автоматизации производственных процессов. Так, автоматизированные линии сборки ИС позволяют производить сборку в два раза дешевле. Однако до сих пор автоматизировались в основном сборка и манипуляции с готовыми приборами, а не само изготовление кремниевых пластин.

В последнее время создана автоматическая система эпитаксиального выращивания, в которой эпитаксиальный реактор соединен с новой универсальной управляющей системой. Система управляет с помощью перфокарт. Когда начинается изготовление партии пластин, в ЭЦВМ вводится соответствующая перфокарта, содержащая общую информацию (номер партии, дату), технологические рецепты (время и температура травления, скорость потока), такие параметры, как фактическая толщина и удельное сопротивление, определяемые по окончании предыдущей технологической операции.

Все большее значение стала приобретать полная автоматизация прошивки ферритовых сердечников. Увеличение скорости работы ЗУ на ферритовой памяти достигается, главным образом, уменьшением размеров сердечников. Если в первых образцах ЗУ использовались ферритовые сердечники диаметром более 2,5 мм, то теперь уже появились сердечники диаметром 0,3 и даже 0,225 мм. По мере уменьшения размера сердечников становятся все более сложными задачи их изготовления, испытания и прошивки. Прошивка сердечников — операция, которая до недавнего времени выполнялась вручную. При переходе на сердечники очень малого диаметра эту операцию необходимо полностью автоматизировать. Отсутствие у человека необходимой ловкости для выполнения этой операции и малая производительность ручной прошивки при постоянно растущем спросе на ферритовые ЗУ делают автоматизацию этого технологического процесса экономической необходимостью.

§ 4.3. Методы расчета оптовой цены спроектированного прибора на базе калькуляции его себестоимости

Исходная формула для расчета оптовой цены спроектированного прибора. В основе оптовой цены прибора лежит его плановая полная себестоимость

$$z = c_{\pi} + d_{\text{и.п}} \text{ руб./прибор}, \quad (4.18)$$

где z — оптовая цена прибора; c_{π} — плановая полная себестоимость его изготовления; $d_{\text{и.п}}$ — плановый размер прибыли приборостроительного завода-изготовителя.

Включаемая в цену плановая прибыль приборостроительного завода $d_{\text{и.п}}$ принимается установленной долей от себестоимости c_{π} его изготовления

$$d_{\text{и.п}} = \rho_{\text{и.с.п}} c_{\pi} \text{ руб./прибор}, \quad (4.19)$$

где $\rho_{\text{и.с.п}}$ — плановый уровень рентабельности приборостроительного завода, принимаемый при установлении оптовой цены (в долях к плановой полной себестоимости).

Из включаемой в цену z прибора плановой прибыли $d_{\text{и.п}}$ завод-изготовитель осуществляет плату $\rho_{\text{ф}}$ государству за его основные и оборотные фонды и образует у себя фонды $f_{\text{п}}$: развития производства, материального стимулирования, жилищного строительства и социально-культурных мероприятий. Таким образом, оптовая цена прибора рассчитывается как

$$z = c_{\pi} (1 + \rho_{\text{и.с.п}}) \text{ руб./прибор}. \quad (4.20)$$

Выбор основы для построения цены прибора, выпускаемого несколькими заводами. Оптовая цена z на одну и ту же модель прибора, изготавливаемую разными заводами, должна быть одинаковой. Это вытекает из требования закона стоимости. Для того чтобы мог осуществляться эквивалентный обмен, прибору, на который затрачен определенный труд, должен противостоять продукт такого же количества общественно необходимого труда. Поэтому возникает вопрос о том, что надо принять в качестве основы для построения цены z в тех случаях, когда данную модель прибора выпускает несколько приборостроительных заводов.

Имеется три возможных пути решения этой задачи. В основу цены может быть положена:

среднеотраслевая средневзвешенная плановая себестоимость $c_{\text{п.ср}}$ изготовления этого прибора;

наиболее высокая $c_{\text{п.макс}}$ плановая себестоимость изготовления этого прибора на заводе с наилучшими условиями производства;

наиболее низкая $c_{п\min}$ плановая себестоимость приборостроительного завода с наилучшими условиями производства.

По первому методу (рис. 4.4) цена z прибора, выпускаемого несколькими заводами, определяется как

$$z = c_{п.ср}(1 + p_{п.с.п}) \text{ руб./прибор,} \quad (4.21)$$

где $c_{п.ср}$ — плановая среднеотраслевая средневзвешенная себестоимость изготовления рассматриваемого прибора.

Величина $c_{п.ср}$ определяется как

$$c_{п.ср} = \frac{\sum_h c_{пh} Q_{пh}}{\sum_h Q_{пh}} \text{ руб./прибор,} \quad (4.22)$$

где $c_{пh}$ — плановая полная себестоимость изготовления этого прибора на h -м заводе; $Q_{пh}$ — планируемое количество этих приборов, подлежащее изготовлению на h -м заводе.

При таком построении цены z первый завод будет получать прибыль выше средней

$$d_{п.п1} > d_{п.ср}, \quad (4.23)$$

а второй — ниже средней

$$d_{п.п2} < d_{п.ср}. \quad (4.24)$$

В целом же вся отрасль получает на этом приборе нормальную прибыль $d_{п.ср}$.

К построению цен на базе среднеотраслевой средневзвешенной себестоимости изготовления $c_{п.ср}$ прибегают в тех случаях, когда: разрыв в себестоимости прибора на разных заводах сравнительно невелик; данный прибор составляет небольшую долю в общем выпуске продукции второго завода с относительно более высокой себестоимостью его изготовления.

По второму методу (рис. 4.5) цена z прибора определяется как

$$z = c_{п\max} + d_{и.п} = c_{п\max}(1 + p_{и.с.п}) \text{ руб./прибор, (4.25)}$$

где $c_{п\max}$ — плановая себестоимость этого прибора на том заводе, где она самая высокая; $d_{и.п}$ — нормальная плановая прибыль, обеспечиваемая тому заводу, у которого самая высокая плановая себестоимость изготовления этого прибора.

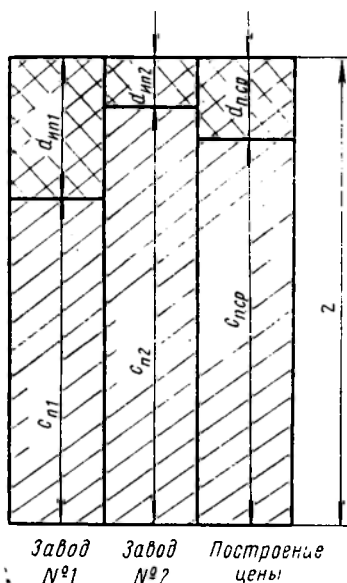


Рис. 4.4. Построение оптовой цены z прибора, выпускаемого двумя заводами, на базе среднеотраслевой средневзвешенной плановой себестоимости $c_{п.ср}$:

$c_{п1}$ — себестоимость изготовления этого прибора на первом заводе; $c_{п2}$ — себестоимость его на втором заводе; $d_{и.п1}$ — прибыль, получаемая первым заводом; $d_{и.п2}$ — прибыль второго завода; $d_{и.пср}$ — средняя прибыль, получаемая на одном приборе всей отраслью

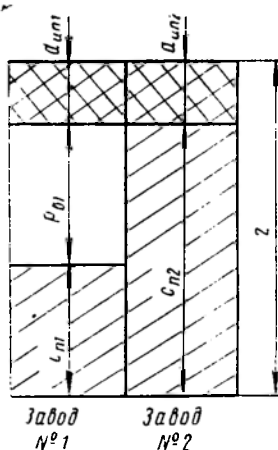


Рис. 4.5. Построение оптовой цены z прибора, выпускаемого двумя заводами, на базе плановой себестоимости второго завода с самой высокой себестоимостью

$c_{п\max}$:

p_{01} — фиксированные платежи в бюджет, вносимые за каждый прибор первым заводом

При этом для завода, имеющего самую низкую плановую себестоимость $c_{п1} = c_{п\min}$, предусматривается изъятие получаемой им дополнительной плановой прибыли $\Delta d_{и.п1}$ посредством взноса фиксированных платежей p_v в государственный бюджет

$$\begin{aligned} p_{v1} &= \Delta d_{и.п1} = z - (c_{п1} + d_{и.п1}) = \\ &= z - [c_{п1}(1 + r_{и.с.п1})] \text{ руб./прибор,} \end{aligned} \quad (4.26)$$

где $\Delta d_{и.п1}$ — дополнительная прибыль, получаемая первым заводом; z — цена прибора, установленная на уровне худших условий производства второго завода; $c_{п1}$ — плановая полная себестоимость прибора на первом заводе с лучшими условиями производства; $r_{и.с.п1}$ — нормальная рентабельность (в долях к плановой полной себестоимости), оставляемая первому заводу.

Такой метод построения цен применяется, например, в тех случаях, когда более низкая плановая себестоимость изготовления рассматриваемого прибора на первом заводе обусловлена тем, что это предприятие имеет более совершенное оборудование, которое второй завод сейчас приобрести просто не может, так как данного оборудования для него пока нет. Этот метод построения цены z применяется тогда, когда не от самих заводов зависит различие в условиях производства рассматриваемого прибора.

Фиксированные платежи в бюджет p_v преследуют цель поставить заводы в равные условия получения прибыли. Если положить в основу цены z прибора плановые издержки его производства $c_{п2}$ на втором заводе, оснащенном устаревшим оборудованием, то технически лучше оснащенный первый завод получил бы большую прибыль. Но эта прибыль не обусловлена хорошей работой этого завода. Поэтому повышенную прибыль $\Delta d_{и.п1}$ и изымают в государственный бюджет посредством взноса фиксированных платежей p_v . Для того чтобы в этих условиях получить прибыль, более высокую, чем нормальная, завод № 1 должен снижать себестоимость изготовления приборов $c_{п1}$, т. е. лучше работать.

Для потребителей приборов этот метод построения цены является самым невыгодным: он устанавливает наиболее высокую цену. Это не стимулирует и заводы-изготовители к снижению себестоимости выпускаемых приборов. Поэтому такой метод построения цен в прибор-

ростроении используется сравнительно редко. Его применяют, главным образом, в добывающих отраслях промышленности.

Третий метод предполагает установление цены z прибора (рис. 4.6) по формуле

$$z = c_{п\ min} + d_{н.п} = c_{п\ min}(1 + \rho_{н.с.п}) \text{ руб./прибор, (4.27)}$$

где $c_{п\ min}$ — самая низкая плановая себестоимость изготовления данного прибора.

Это весьма прогрессивный принцип построения цены. Показательно, что предприятие, обеспечивающее наиболее низкую себестоимость изготовления прибора (в рассматриваемом примере — завод № 1), в подобной ситуации само нередко настаивает на том, чтобы цену z на рассматриваемый прибор установили именно на уровне его наиболее низких издержек $c_{п1}$. Тогда цена z будет наиболее низкой, а значит спрос S на данный прибор возрастет. Если же установить более высокую цену z на уровне более высоких издержек второго завода, то и заводу № 1 станет труднее сбывать свою продукцию, так как на нее будет меньший спрос.

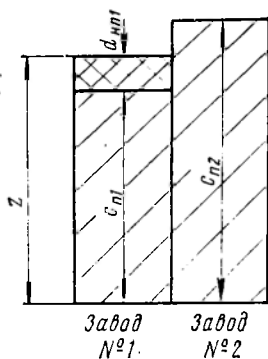


Рис. 4.6. Построение оптовой цены z прибора на базе наименьшей себестоимости $c_{п1} = c_{пmin}$

Иногда против этого метода выдвигается возражение, связанное с тем, что цена никогда не должна быть ниже себестоимости. Между тем, убыточная работа второго завода имеет место только на каком-то сравнительно небольшом отрезке времени, пока он расширяет выпуск, механизмирует и автоматизирует производство данного прибора. Нельзя ориентироваться при построении цены на любые затраты, какими высокими они бы не были, нужно исходить прежде всего из общественно необходимых затрат.

Некоторые специфические вопросы построения оптовых цен на ЭЦВМ. Помимо общих принципов построения

оптовых цен на изделия, необходимо изучать и правильно учитывать также те специфические вопросы, которые возникают при установлении цен на определенные виды приборов и систем. Рассмотрим это на примере установления цен на ЭЦВМ.

Цены на ЭЦВМ зависят от степени комплектации этих машин дисковыми ЗУ, печатающим устройством, устройством считывания с перфокарт и др. Кроме того, особенности ЭЦВМ и их использования выдвигают ряд дополнительных специфических вопросов при построении на них оптовых цен. Прежде всего, возникает задача, что должно служить объектом для установления цены з. Применительно к ЭЦВМ возможны два пути решения этой задачи: 1) установление отдельных цен на машину, на разработку программ, обучение персонала и другие виды обслуживания; 2) установление единой цены на все вместе, т. е. на машину, программы к ней, а также различные виды обслуживания потребителей.

Опыт показал, что первый путь — установление отдельных цен — дает большие возможности конструкторам ЭЦВМ и программистам. В то же время отдельные цены выгодны и потребителям ЭЦВМ, которым не требуется большое количество программ.

Имеются две категории программ: управляющие программы вычислительной системы, которые необходимы для эксплуатации и испытательных прогонов системы; они составляют единое целое с ЭЦВМ и во всех случаях включаются в цену машины и продаются без доплаты; программы для решения на ЭЦВМ задач, связанных с конкретными запросами потребителей, а также компоновочные, компилирующие, сортирующие и другие программы; они продаются за отдельную плату.

Такое построение цен выгодно заводам-изготовителям и ведет к повышению качества продукции. Поэтому в настоящее время отдельно устанавливаются цены на аппаратную часть ЭЦВМ, средства математического обеспечения и все виды обслуживания.

Цены на малые ЭЦВМ можно строить двумя путями: отдельно на основную конфигурацию и дополнительные устройства, которые продаются отдельно; на основную конфигурацию совместно с определенной частью дополнительных устройств и отдельно на те дополнительные устройства, которые можно приобрести сверх этого.

Первое из этих направлений построения цен является основным. Оно позволяет уменьшить стоимость основной конфигурации, многие особенности которой не являются обязательными, за счет сведения к минимуму ее объема.

Особенности построения оптовых цен на запасные части к приборам (системам). В целях стимулирования выпуска заводами-изготовителями приборов (систем) и запасных частей к ним, цены $z_{з.ч}$ на них строят следующим образом:

$$z_{з.ч} = \omega_{з.ч} s_d, \quad (4.28)$$

где s_d — стоимость детали (элемента), устанавливаемой в новый прибор (систему) при ее изготовлении на приборостроительном заводе; $\omega_{з.ч}$ — коэффициент, стимулирующий выпуск запасных частей к прибору.

Величина $\omega_{з.ч} > 1$. Ее принимают в пределах $\omega_{з.ч} = 1,2 \div 1,5$. Если же данная модель прибора уже снята с производства, то этот коэффициент увеличивается $\omega_{з.ч} = 1,75 \div 2,5$.

§ 4.4. Новые требования к оптовым ценам на приборы, выдвинутые происходящей научно-технической революцией

Требования, которым должна удовлетворять цена прибора, чтобы служить техническому прогрессу. Оптовые цены на приборы — это один из важнейших экономических инструментов, связанных с законом стоимости, который необходимо поставить на службу техническому прогрессу. Правильное построение оптовых цен может и должно экономически стимулировать приборостроительные заводы быстрее осваивать выпуск высококачественных и надежных моделей приборов, находящихся на самом передовом уровне науки и техники.

Для этого они должны правильно отражать качество изделий

$$z = z(K), \quad (4.29)$$

где z — оптовая цена прибора; K — технический уровень и качество этого прибора.

Достичь этого можно при соблюдении трех условий: 1) если повышение технического уровня и качества K прибора связано с возрастанием себестоимости его изготовления s_b , то в основу оптовой цены прибора более высокого качества надо положить повышенную се-

б е с т о и м о с т ь изготовления

$$z_b = z_b(K) = z_b(c_b); \quad (4.30)$$

2) надо сделать так, чтобы за выпуск прибора высокого технического уровня, надежности и качества приборостроительный завод получал дополнительную прибыль $\Delta d_{и.д}$

$$z_b = z_b(K) = z_b(\Delta d_{и.д}); \quad (4.31)$$

3) цены должны быть гибким, динамичным инструментом, учитывающим снижение себестоимости прибора по мере его освоения и увеличения масштабов выпуска, а также моральный износ этой модели, который происходит по мере дальнейшего прогресса техники

$$z_b = z_b(K) = z_b(T_b), \quad (4.32)$$

где T_b — годы выпуска этой модели прибора.

Непригодность стабильных оптовых цен длительного действия. В прошлом у нас получила распространение практика установления на приборы стабильных $z_{ст}$ оптовых цен. Такая цена действовала на протяжении всего времени выпуска данной модели прибора. В период происходящей научно-технической революции такие цены играют отрицательную роль. Они стимулируют приборостроительные заводы выпускать устаревшие модели, которые ими давно хорошо освоены, и не стимулируют — снижать себестоимость выпускаемых приборов.

При использовании средних оптовых цен $z_{ст}$ длительного действия приборостроительный завод в период освоения и начала выпуска новой модели прибора, когда $z_{ст} < c_n$, несет наибольший убыток (рис. 4.7)

$$u_n = c_n - z_{ст} = \max \text{ руб./прибор}, \quad (4.33)$$

где u_n — убыток, который несет приборостроительный завод на выпуске одного прибора новой модели; c_n — себестоимость одного вновь осваиваемого приборостроительным заводом прибора нового типа; $z_{ст}$ — стабильная оптовая цена длительного действия прибора этой модели.

В последние же годы выпуска, когда модель прибора станет морально устаревшей, завод-изготовитель будет получать самую высокую прибыль (рис. 4.7)

$$d_{и.к} = z_{ст} - c_k = \max \text{ руб./прибор}, \quad (4.34)$$

где $d_{и.к}$ — прибыль, получаемая от одного прибора в последний (конечный) период его выпуска; c_k — себестоимость этого прибора в последнем (конечном) периоде его выпуска.

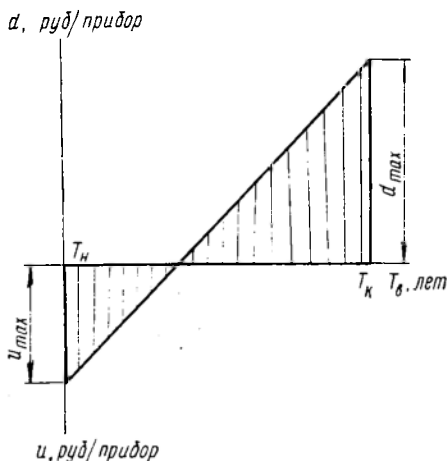


Рис. 4.7. Убыток u и прибыль d , получаемые заводом-изготовителем прибора в условиях действия стабильных цен: T_n — начальный период выпуска прибора; T_k — конечный период выпуска рассматриваемой модели прибора; T_v — годы выпуска данной модели прибора

Оптовые цены на все приборы необходимо периодически пересматривать, чтобы в каждый данный момент выгодными для завода-изготовителя были именно те приборы, которые выгодны государству.

§ 4.5. Методы создания гибкой системы цен на приборы, стимулирующей технический прогресс

Расчет оптовой цены для первого периода появления новой модели прибора. В первый период появления новой модели прибора на него должна устанавливаться относительно более высокая оптовая цена, которая включала бы еще и дополнительную прибыль для завода-изготовителя

$$\begin{aligned} z_n &= c_{п.н} + d_{и.п} + \Delta d_{и.д} = \\ &= c_{п.н}(1 + \rho_{и.с.п})(1 + \Delta \rho_{и.ц.д}) \text{ руб./прибор, (4.35)} \end{aligned}$$

где z_n — оптовая цена новой модели прибора в начальный период ее появления; $c_{п.н}$ — плановая полная себестоимость этого прибора в начальный период его появления; $d_{н.п}$ — нормальный (плановый) чистый доход приборостроительного завода за один прибор; $\Delta d_{н.д}$ — дополнительный чистый доход приборостроительного завода за прибор, находящийся на передовом уровне современной науки и техники; $r_{н.с.п}$ — плановый уровень рентабельности, предусматривающий возмещение приборостроительному заводу платы за его основные и оборотные средства и образование у него поощрительных фондов; $\Delta r_{н.ц.д}$ — уровень дополнительной рентабельности данного прибора для приборостроительного завода-изготовителя (в долях к расчетной цене этого прибора).

Иначе

$$z_n = z_p + \Delta d_{н.д} = z_p(1 + \Delta r_{н.ц.д}) \text{ руб./прибор, (4.36)}$$

где z_p — расчетная цена этого прибора (без дополнительной прибыли $\Delta d_{н.д}$).

Расчетная цена

$$z_p = c_{п.н}(1 + r_{н.с.п}) \text{ руб./прибор. (4.37)}$$

Дополнительная рентабельность $\Delta r_{н.ц.д}$, включаемая приборостроительному заводу в начальную цену z_n , должна зависеть от той дополнительной рентабельности $\Delta r_{з.ц.д}$, которую этот прибор дает потребителю

$$\Delta r_{н.ц.д} = f(\Delta r_{з.ц.д}). \quad (4.38)$$

Дополнительная рентабельность $\Delta r_{н.ц.д}$ приборостроительного завода в расчете на один прибор определяется как отношение полученной этим заводом дополнительной прибыли $\Delta d_{н.д}$ за его реализацию к расчетной цене z_p этого прибора

$$\Delta r_{н.ц.д} = \frac{\Delta d_{н.д}}{z_p}, \quad (4.39)$$

или

$$\Delta r_{н.ц.д} = \frac{\Delta d_{н.д}}{z_p} \cdot 100\%. \quad (4.40)$$

Дополнительная рентабельность $\Delta r_{з.ц.д}$ потребителя, эксплуатирующего этот более совершенный прибор, оп-

ределится как отношение получаемой им ежегодно прибыли $\Delta d_{\text{э.д}}$ от эксплуатации к расчетной цене z_p рассматриваемого прибора

$$\Delta p_{\text{э.ц.д}} = \frac{\Delta d_{\text{э.д}}}{z_p} \text{ 1/год,} \quad (4.41)$$

или

$$\Delta p_{\text{э.ц.д}} = \frac{\Delta d_{\text{э.д}}}{z_p} \cdot 100 \text{ \% /год,} \quad (4.42)$$

где $\Delta d_{\text{э.д}}$ — дополнительная годовая прибыль, получаемая в процессе эксплуатации этого прибора, $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$.

Дополнительную прибыль $\Delta d_{\text{э.д}}$, получаемую в процессе эксплуатации новейшей модели прибора, надо распределить между НИИ-создателем, заводом-изготовителем и предприятием, которое его использует.

Относительно высокая цена ($z_n = \max$) нового прибора в первый период его появления оправдана общегосударственными интересами. Она стимулирует приборостроительный завод быстрее осваивать новые модели приборов.

Относительно высокая цена нового прибора в первый период его появления покрывает повышенные затраты на его освоение и приобретение необходимого опыта и стимулирует связанные с этим инициативу и риск.

Верхний предел оптовой цены прибора в начальный период его появления. Каков высокий допустимый уровень оптовой цены z_n на прибор нового типа, который может быть установлен в начальный период его появления? Рассмотрим этот вопрос сначала применительно к тому случаю, когда годовая производительность прибора нового и прежнего типов одинакова.

Величина, обратная экономической эффективности внедрения прибора нового типа (срок окупаемости $\tau_{\text{н/п}}$ дополнительных капитальных вложений в этот прибор экономией на эксплуатационных расходах), может быть представлена так:

$$\tau_{\text{н/п}} = \frac{z_n - z_{\text{п}}}{E_{\text{п}} - E_{\text{н}}} < \tau_{\text{н}} \text{ лет,} \quad (4.43)$$

где $\tau_{н/п}$ — срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в прибор нового типа по сравнению с прежней моделью, лет; $z_{н}$ — цена новой модели прибора в начальный период ее появления, руб.; $z_{п}$ — цена прибора прежней (старой) модели в период появления прибора новейшего типа, руб.; $E_{н}$ — годовые расходы по эксплуатации прибора нового типа в той отрасли, где его наиболее эффективно применить в самую первую очередь, руб./год; $E_{п}$ — годовые расходы по эксплуатации в той же отрасли прибора прежней (старой) модели, руб./год; $\tau_{п}$ — нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.

Эта формула относится к тем случаям, когда разность капитальных вложений $\Delta K_{д}$ по приборам сравниваемых типов обуславливается одной только разностью их цен

$$\Delta K_{д} = z_{н} - z_{п} \text{ руб./прибор.} \quad (4.44)$$

Формула (4.43) преобразуется в

$$z_{п} - z_{п} < \tau_{н}(E_{п} - E_{н}) \text{ руб./прибор.} \quad (4.45)$$

Максимально допустимая цена $z_{н}$ первого периода появления прибора нового типа должна поэтому удовлетворять условию

$$z_{н} < z_{п} + \tau_{н}(E_{п} - E_{н}) \text{ руб./прибор.} \quad (4.46)$$

Если же прибор нового типа позволяет экономить еще и на капитальных вложениях в какие-либо другие элементы основных фондов (например, на вспомогательное оборудование), то максимально допустимая цена $z_{н}$ первого периода его появления должна удовлетворять условию:

$$z_{п} < z_{п} + \Delta K_{э} + \tau_{н}(E_{п} - E_{н}) \text{ руб./прибор,} \quad (4.47)$$

где $\Delta K_{э}$ — получаемая благодаря внедрению прибора нового типа экономия капитальных вложений в какие-либо элементы основных фондов у потребителя его, руб./прибор.

Рассмотрим теперь, как определить максимально допустимый уровень цены $z_{н}$ нового прибора в начальный период его появления при

$$q_{г.н} > q_{г.п} \frac{\text{шт. изделий/год}}{\text{прибор}}; \quad (4.48)$$

где $q_{г.н}$ и $q_{г.п}$ — годовая производительность нового прибора и прежнего. В этом случае исходная формула для расчета срока окупаемости $\tau_{н/п}$ дополнительных капитальных вложений в прибор нового типа по сравнению с прежним представляется как

$$\tau_{н/п} = \frac{\Delta k_d}{\Delta e_a} = \frac{\frac{z_n}{q_{г.н}} - \frac{z_n}{q_{г.п}}}{e_n - e_n} < \tau_n \text{ лет,} \quad (4.49)$$

где Δk_d — дополнительные удельные капитальные вложения в прибор нового типа по сравнению с прежним; Δe_a — обеспечиваемая прибором нового типа экономия удельных эксплуатационных расходов; e — удельные эксплуатационные расходы на одно изделие, производимое с помощью прибора прежнего e_n и нового e_n типов, руб./шт.; τ_n — нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.

Преобразуем эту формулу

$$\frac{z_n}{q_{г.н}} - \frac{z_n}{q_{г.п}} < \tau_n (e_n - e_n),$$

или

$$z_n < \frac{q_{г.н}}{q_{г.п}} z_n + \tau_n q_{г.н} (e_n - e_n) \text{ руб./прибор.} \quad (4.50)$$

Обозначим отношение производительности сравниваемых приборов через $I_{п.п}$

$$\frac{q_{г.п}}{q_{г.н}} = I_{п.п}, \quad (4.51)$$

тогда

$$z_n < I_{п.п} z_n + \tau_n q_{г.н} (e_n - e_n) \text{ руб./прибор.} \quad (4.52)$$

Если же прибор нового типа позволяет еще экономить ΔK_a в другие элементы основных фондов, например, во вспомогательное оборудование, то формула для максимально допустимого уровня его цены z_n в момент появления составит:

$$z_n < I_{п.п} z_n + \Delta K_a + \tau_n q_{г.н} (e_n - e_n) \text{ руб./прибор.} \quad (4.53)$$

Когда прибор нового типа обеспечивает возможность решения какой-то важной качественно новой задачи за счет более высокого значения какого-либо его параметра, т. е.

$$A_{п.н} > A_{п.п}, \quad (4.54)$$

где $A_{п.п}$ — численное значение параметра, обеспечивающее решение качественно новой задачи у приборов прежнего $A_{п.п}$ и нового $A_{п.н}$ типов, то казалось бы предельно допустимая оптовая цена $z_{п}$ в первый период его появления должна удовлетворять условию:

$$z_{п} < \frac{A_{п.н}}{A_{п.п}} z_{п} \text{ руб./прибор.} \quad (4.55)$$

Однако не во всех случаях это так. Все зависит от того значения, которое имеет этот качественно новый эффект для потребителя прибора. Там, где значение этого эффекта для потребителя очень велико, может быть и

$$z_{п} > \frac{A_{п.н}}{A_{п.п}} z_{п} \text{ руб./прибор.} \quad (4.56)$$

Вопрос о допустимом соотношении цен на новый и прежний приборы в подобных случаях требует специального исследования.

Прогноз ожидаемого снижения цены прибора в последующие годы его выпуска. В процессе выпуска прибора оптовая цена на него обязательно должна снижаться несколько раз. Оптовая цена $z_{пр1}$ первого промежуточного периода устанавливается на базе ожидаемой плановой себестоимости $c_{пр1}$ этого периода:

$$z_{пр1} = c_{пр1} (1 + \rho_{п.с.п}) \text{ руб./прибор.} \quad (4.57)$$

В следующем (втором) промежуточном периоде в основу оптовой цены $z_{пр2}$ прибора должна быть положена ожидаемая плановая себестоимость $c_{пр2}$ этого периода, которая уже ниже себестоимости первого периода $c_{пр2} < c_{пр1}$

$$z_{пр2} = c_{пр2} (1 + \rho_{п.с.п}) \text{ руб./прибор.} \quad (4.58)$$

Аналогичным путем оптовая цена прибора должна снижаться в течение последующих периодов. Например,

$$z_{пр3} = c_{пр3} (1 + \rho_{п.с.п}) < z_{пр2}. \quad (4.59)$$

Когда эта модель прибора устареет, то ее оптовая цена должна определяться по аналогии с ценами на уцененные товары как

$$z_k = c_k(1 + p_{\text{н.с.п}})(1 - \delta_{\text{з.у}}) \text{ руб./прибор}, \quad (4.60)$$

где z_k — цена рассматриваемой модели прибора в последний (конечный) период его выпуска; c_k — ожидаемая плановая себестоимость этого прибора в последний (ко-

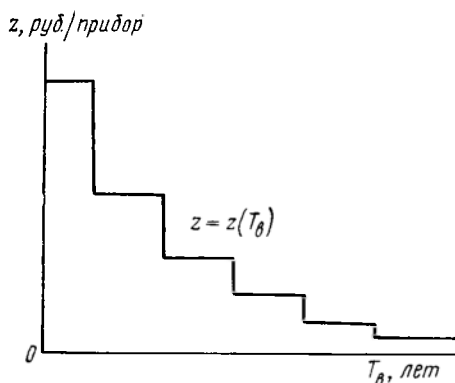


Рис. 4.8. Графическое оформление прогноза снижения цены прибора z в разные годы его выпуска T_θ

нечный) период его выпуска; $\delta_{\text{з.у}}$ — коэффициент, учитывающий убыточность применения рассматриваемого прибора в эксплуатации по сравнению с последними достижениями отечественной и мировой науки и техники в этой области.

При прогнозировании снижения оптовых цен успешно пользуются методом аналогий. Не отличаясь большой строгостью, аналогии тем не менее могут приносить пользу при прогнозировании снижения цен на приборы. Для этого надо выявлять тенденции снижения оптовых цен. Так, специалисты заметили, что кривая темпов снижения цен на интегральные схемы идет аналогично кривой, которая была характерна для цен на дискретные полупроводниковые приборы. Поэтому, зная, как дальше шла эта кривая для транзисторов, теперь строят прогнозы снижения цен на интегральные схемы. Или,

например, при прогнозировании снижения цен на цветные телевизоры используют данные о темпах снижения цен на черно-белые телевизоры. При этом ожидают, что цены приемников цветного телевидения будут снижаться более быстрыми темпами.

Прогноз снижения цены вновь созданного прибора показан на графике (рис. 4.8). Динамику цены чаще показывают не ломаной линией, а осредняющей ее кривой (рис. 4.9).

Применительно к ЗУ представляет интерес изучение динамики удельной цены z_y , приходящейся на 1 бит.

На рис. 4.10 приведен прогноз удельной цены применительно к двум типам быстродействующих полупроводниковых ЗУ: на биполярных и на МОП-транзисторах. При этом для ЗУ каждого из этих типов цена, приходящаяся на 1 бит, нанесена на графике не в виде одной точки, а в виде области ее ожидаемых значений. Каждый из типов ЗУ, показанных на рис. 4.10, имеет свою область применений. Более дорогие схемы на биполярных транзисторах будут применяться тогда, когда

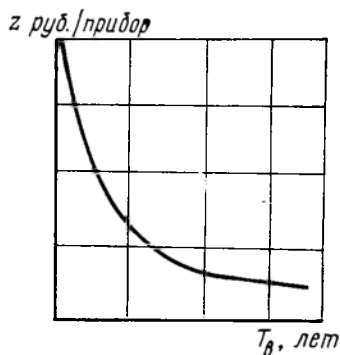


Рис. 4.9. Динамика цены силового бумажного конденсатора

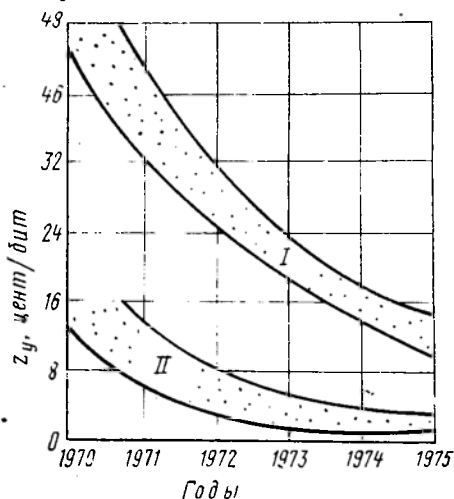


Рис. 4.10. Прогноз снижения удельной цены z_y , приходящейся на 1 бит, для двух типов быстродействующих полупроводниковых ЗУ:
— на биполярных транзисторах (время выборки менее 100 нсек); II — на МОП-транзисторах (время выборки не менее 500 нсек).

требуется время выборки не более 100 нсек. Схемы же на МОП-транзисторах будут использоваться в тех случаях, когда достаточно время выборки не менее 500 нсек.

На рис. 4.11 показана динамика и дан прогноз дальнейшего снижения удельных цен z_y , приходящихся на 1 бит, для ЗУ четырех типов: на магнитных сердечниках, на полупроводниковых приборах, на интегральных схемах с MOS-транзисторами и на биполярных интегральных схемах. На рис. 4.12 и 4.13 приведены два других представляющих интерес прогноза снижения удельных цен на некоторые новейшие типы запоминающих устройств электронных вычислительных машин. Применительно к логическим схемам ЭЦВМ динамика и прогноз дальнейшего снижения их цен представлены на рис. 4.14. На этом графике рассмотрены логические схемы четырех типов: на дискретных полупроводниковых приборах, а также на интегральных схемах с нормальным, средним и высоким уровнем интеграции.

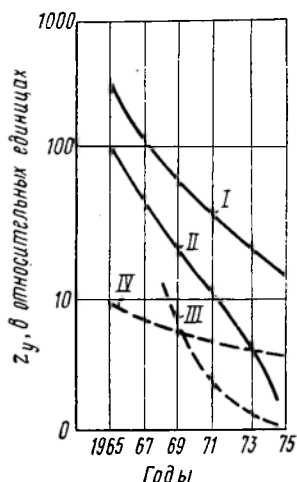


Рис. 4.11 Динамика и прогноз дальнейшего снижения удельной цены z_y , приходящейся на 1 бит, для ЗУ четырех типов:

I — на дешевых биполярных интегральных схемах; *II* — на интегральных схемах с MOS-транзисторами; *III* — на полупроводниковых приборах с циклом 100 нсек; *IV* — элемент памяти на магнитных сердечниках с циклом 1,5 мксек

Ступенчатые цены. В литературе последних лет можно встретить предложения о том, чтобы с самого начала при появлении новой модели прибора утверждать на основе прогноза те оптовые цены, которые будут действовать в различные годы его выпуска. Эти цены получили название ступенчатых. Установление таких цен избавило бы от необходимости периодически их пересматривать. Но тогда неизбежны большие ошибки в ту и другую стороны, которые будут иметь место в течение всего периода выпуска прибора (системы).

Периодические же пересмотры оптовых цен осуществляются на основе уже уточненной к тому времени, совер-

шенно реальной планируемой себестоимости c_{π} изготовления этого прибора на будущий год. Это не умаляет роли и значения прогнозов. Не нужно только утверждать их в качестве тех цен, которые будут действовать в различные годы выпуска рассматриваемой модели прибора.

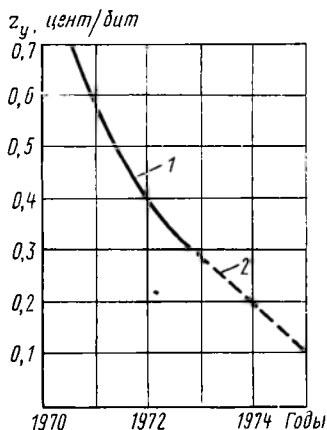


Рис. 4.12. Прогноз снижения удельной цены z_y полупроводниковых ЗУ, приходящейся на 1 бит. цент./бит:
1 — модули емкостью 1024 бита;
2 — модули емкостью 4096 бит

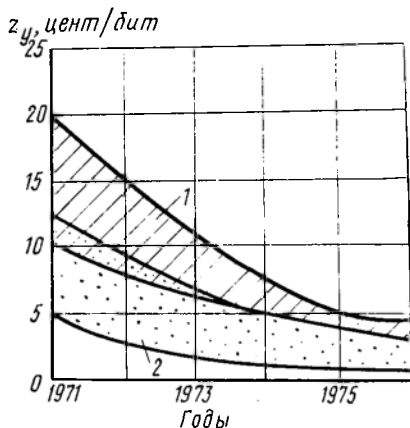


Рис. 4.13. Прогноз снижения удельной цены z_y полупроводниковых ЗУ, приходящейся на один бит, цент./бит:

1 — ЗУ на биполярных транзисторах, выпускаемых в виде интегральных плат емкостью 1024×18 двоичных разрядов, длительность цикла — 150 нсек;
2 — ЗУ емкостью 8192×18 бит на платах с интегральными модулями на N -канальных МОП-транзисторах с циклом свыше 500 нсек

Распределение полученной прибыли между заводом, НИИ и КБ. В связи с переводом на новую систему планирования и экономического стимулирования отраслевых приборостроительных НИИ и КБ, возник вопрос о том, как распределять полученную приборостроительным заводом прибыль d_{π} между ним и институтом или конструкторским бюро в различные годы выпуска соответствующей модели прибора. Именно из этой прибыли d_{π} образуются поощрительные фонды НИИ (КБ). Этот вопрос нуждается сейчас в быстрейшей разработке.

Видимо, доля НИИ $\Delta_{\text{НИИ}}$ от прибыли d_{π} , полученной заводом-изготовителем за каждый реализованный при-

бор, должна зависеть от числа лет T_v его выпуска. Она должна быть наибольшей в первые годы выпуска этой модели прибора, а затем уменьшаться. Постепенно пол-

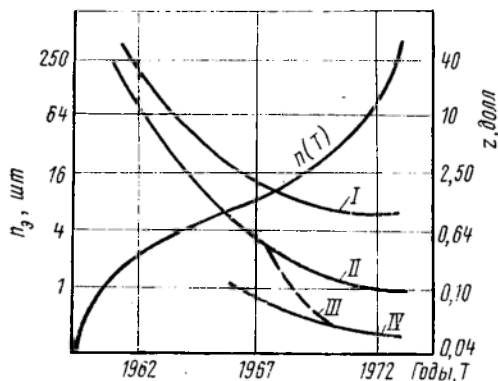


Рис. 4.14. Динамика и прогноз дальнейшего снижения цен z логических схем четырех типов:

I — на дискретных полупроводниковых приборах;
II — на интегральных схемах с низким уровнем интеграции; III — на ИС со средним уровнем интеграции; IV — на ИС с высоким уровнем интеграции

ностью прекращают отчисления от прибыли завода за реализацию прибора рассматриваемой модели для НИИ (КБ), разработавшего ее.

§ 4.6. Расчет других элементов капитальных вложений по приборам (системам) сравниваемых типов

Состав капитальных вложений по наземным стационарным приборам. В капитальных вложениях K по сравниваемым вариантам стационарных наземных приборов (систем) нужно учитывать:

$$K = z + S_{\text{т}} + S_{\text{мп}} + S_{\text{пл}} + S_{\text{з.ч}} \text{ руб./прибор, (4.61)}$$

где z — оптовая цена прибора; $S_{\text{т}}$ — стоимость перевозки прибора к месту эксплуатации; $S_{\text{мп}}$ — стоимость монтажа прибора на месте эксплуатации (включая стоимость

фундамента); $S_{пл}$ — стоимость занимаемой прибором площади здания; $S_{з.ч}$ — стоимость запаса сменяемых частей, хранящегося у потребителя этого прибора.

Расходы по перевозке S_T и монтажу $S_{мн}$ на месте эксплуатации приборов учитывают только в тех случаях, когда они существенны. Для очень многих стационарных приборов можно пренебречь величинами S_T и $S_{мн}$ при расчете величины K .

Стоимость площади здания, занимаемой стационарным наземным прибором. Стоимость занимаемой прибором площади здания учитывается, если она существенна в данном конкретном расчете. Например, при сопоставлении различных типов ЭЦВМ в капитальных вложениях K учитывают также стоимость площади, занимаемой: непосредственно самой ЭЦВМ; аппаратурой кондиционирования воздуха; штатом сотрудников, занятых подготовкой данных для ввода в ЭЦВМ; хранением массивов информации, записанной на бумажных и других носителях: пультами управления устройств ввода-вывода; персоналом инженеров-эксплуатационников; руководящим персоналом и специалистами-разработчиками.

Размер площади, занимаемой прибором, нужно принимать с учетом необходимой зоны обслуживания и ремонта, принимаемой по нормативам. При размещении оборудования вычислительного центра стремятся делать все устройства доступными для наблюдения при минимальных перемещениях обслуживающего персонала.

Стоимость запасных частей, хранящихся у потребителей. Ее необходимо учитывать в расчете величины K во всех случаях, когда сравниваемые приборы различаются надежностью. Чем надежнее конструкция прибора, тем меньшим может быть запас сменяемых частей у потребителя. Если, например, раньше в этом запасе сменяемых деталей было связано $S_{з.ч1}$ руб./систему, а теперь — $S_{з.ч2}$ руб./систему ($S_{з.ч2} < S_{з.ч1}$), то размер высвобожденных средств $\Delta S_{з.ч.э}$ у потребителя составит

$$\Delta S_{з.ч.э} = S_{з.ч1} - S_{з.ч2} \text{ руб./систему.} \quad (4.62)$$

Излишний запас сменяемых частей вызывает возрастание расходов, связанных с омертвлением в нем дополнительных средств $\Delta S_{з.ч.д}$. При недостаточном же запасе сменяемых частей может увеличиваться продолжитель-

ность простоя прибора (системы) в ремонте $\Delta T_{п.д}$ и ущерб $\Delta U_{п.д}$ от этих простоев. Поэтому при определении оптимального размера запасных частей надо исходить из соблюдения условия:

$$\epsilon_n \Delta S_{з.ч.д} < \Delta U_{п.э} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (4.63)$$

где $\Delta S_{з.ч.д}$ — стоимость увеличенного запаса сменяемых частей к системе, хранящегося у потребителей, руб.; $\Delta U_{п.э}$ — уменьшение ущерба, наносимого простоями системы в ремонтах из-за отсутствия запасных частей, руб./год; ϵ_n — норма эффективности капитальных вложений, 1/год.

Иначе это требование может быть представлено следующей формулой:

$$\epsilon_n \sum_i \Delta n_{zi} z_i < u_{ч} \Delta T_{п.э} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (4.64)$$

где z_i — цена i -й запасной части, руб./шт.; Δn_{zi} — дополнительный запас i -й детали, который хранится у потребителя рассматриваемой системы, шт.; $u_{ч}$ — ущерб от 1 часа простоя данной системы в ремонте, руб./ч; $\Delta T_{п.э}$ — уменьшение общей продолжительности простоев данной системы в ремонтах за год благодаря созданию нужного запаса сменяемых частей у потребителя, ч/год.

Важным средством уменьшения средств в запасах сменяемых частей к приборам является создание автоматических систем, которые с помощью ЭЦВМ третьего поколения регулируют темпы производства различных запасных частей в соответствии со спросом на них потребителей и обеспечивают более короткие сроки их поставки.

В последнее время уделяется большое внимание созданию центров по быстрой доставке потребителям запасных частей (деталей и узлов) к системам. Поиск нужной детали и выполнение всех необходимых операций, связанных с ее отправкой заказчику, осуществляется с помощью ЭЦВМ.

Очень усложняет задачу обеспечения потребителей запасными частями излишне большое число типоразмеров (моделей) приборов и систем. Поэтому, работая над созданием новых типов приборов, необходимо стремиться

ся обеспечить оптимальную унификацию их деталей и узлов.

Изменение стоимости системы, в которую встраивается прибор. В разности капитальных вложений ΔK по сравниваемым вариантам конструкции прибора, предназначенного для движущихся систем, помимо разности цены самого прибора Δz , необходимо учитывать еще и обусловленное особенностями его конструкции изменение стоимости системы $\Delta z_{\text{сис}}$, в которую он встраивается

$$\Delta K = \Delta z + \Delta z_{\text{сис}} \text{ руб./систему.} \quad (4.65)$$

Например, возрастание веса любого прибора на ΔG кг может на целый порядок увеличить вес $G_{\text{сис}}$ всей системы, а следовательно, и ее стоимость $\Delta z_{\text{сис}}$. Так, на каждый килограмм полезной нагрузки может требоваться до $\Delta G_{\text{сис}} = 10$ кг веса самолета или $\Delta G_{\text{сис}} = 50$ кг веса ракеты, в основном за счет увеличения мощности двигателя. Соответственно возрастает и стоимость всей системы $\Delta z_{\text{сис}}$. Это необходимо учесть при сравнении вариантов приборов для самолетов и космических кораблей.

Существенным преимуществом радиолокационных станций с фазированными антенными решетками является достигаемая с их помощью экономия ΔK , капитальных вложений не только за счет снижения стоимости самой станции z , но и благодаря экономии места, занимаемого электронной аппаратурой на кораблях и самолетах. Такая РЛС может выполнять функции нескольких систем, занимая при этом немногим больше места, чем одна отдельная система. Экономия же места на корабле или самолете дает большую экономию ΔK , капитальных вложений.

Другие специфические составляющие капитальных вложений у некоторых видов приборов и систем. Капитальные вложения могут содержать и некоторые другие величины. Так, применение ЭЦВМ на промышленных предприятиях позволяет в ряде случаев получить также экономию средств, вложенных в запасы материалов и полуфабрикатов.

Специфическими капитальными вложениями для системы искусственного спутника связи является стоимость ракеты z_p и ее запуска $S_{з.р.}$. При этом ракета имеет стоимость z_p , значительно превышающую стоимость самого

спутника $z_{с.с.}$. Например, ракета может иметь стоимость z_p примерно до десяти раз большую, чем стоимость $z_{с.с.}$ искусственного спутника связи с полезным грузом. Увеличение мощности передатчика спутника на 3 дБ приводит к удвоению мощности источников питания и веса спутника, а также вызывает увеличение стоимости ракеты z_p в 2 раза.

Тип ракеты-носителя, необходимой для вывода на орбиту искусственного спутника связи, определяется его массой. В табл. 4.5 приведен пример расчета массы искусственного спутника связи. По произведенным оценкам, его масса должна была достигать примерно 694 кг. После этого было рассчитано, во что обойдется вывод на орбиту такого спутника.

Таблица 4.5

Расчет ожидаемой массы искусственного спутника связи *

Наименование узлов бортовой аппаратуры спутника	Масса, кг
Система питания:	
солнечная батарея	191
аккумулятор	23,6
преобразователь	3,1
Итого . . .	217,7
Приемопередатчик	152
Система слежения, телеметрии и управления . . .	9,1
Система ориентации	45,5
Двигательная установка:	
оборудование	13,6
топливо	104
Итого . . .	117,6
Механическая конструкция (12%)	70,3
Тепловой экран (4%)	22,7
Резерв (10%)	59
Всего . . .	693,9

* «Proceedings of the IEEE», v. 58, 1970, № 7

Создание новых типов крупных самолетов гражданской авиации связано с большими капитальными вложениями на сооружение новых аэродромов. Чтобы избежать этого, в конструкциях предусматривают возможность совершать полеты с существующих аэродромов, несмотря на высокий взлетный вес самолетов.

Затраты на разработку, приходящиеся на один прибор. Затраты на разработку прибора, изготавливаемого в массовом или даже в серийном производстве, отдельно не учитываются, так как на каждый прибор приходится незначительная их величина.

Для прибора же, изготавливаемого в единичных экземплярах или очень малой серией, эти затраты нужно принимать во внимание. Затраты на один прибор составят:

$$s_{p.п} = \frac{S_p}{Q_c} \text{ руб./прибор}, \quad (4.66)$$

где $s_{p.п}$ — затраты на разработку, приходящиеся на один прибор, руб./прибор; S_p — общая величина затрат на разработку прибора данного типа, руб.; Q_c — ожидаемое общее суммарное количество приборов, которое будет выпущено по этому проекту.

Например, при экономической оценке искусственного спутника связи или ядерного реактора в величине капитальных вложений K учитывают величину $s_{p.п}$.

Сводная таблица капитальных вложений. Расчет капитальных вложений завершается составлением сводной таблицы (табл. 4.6). Очень часто в таких таблицах сразу приводят сводку капитальных вложений по всем сопоставляемым вариантам. Тогда таблица содержит еще дополнительные графы, в которых приводятся данные о капитальных вложениях также по другим вариантам проекта.

Расчет удельных капитальных вложений. Капитальные вложения K в их абсолютном значении имеют размерность руб./прибор или руб./систему. Сопоставление абсолютных величин капитальных вложений по сравниваемым вариантам приборов производится в тех случаях, когда годовая производительность q_r приборов одинакова, если же она разная, то по сравниваемым вариантам

Таблица 4.6

Сводка капитальных вложений в оборудование обучающей системы

Наименование элементов обучающей системы	Примерная цена з, млн. руб.	Доля в общей стоимости всей системы, %
Основной комплект ЭЦВМ	2,5	18,5
Устройства памяти на 2 млн. слов и аппаратура ввода-вывода	2,0	14,8
Всего ЭЦВМ и память	4,5	33,3
Математическое обеспечение системы	1,5	11,1
Всего ЭЦВМ, память и математическое обеспечение	6,0	44,4
4000 индивидуальных пультов для одновременного обучения 4000 студентов	7,5	55,6
Итого стоимость всей обучающей системы	13,5	100

сопоставляют удельные капитальные вложения k

$$k = \frac{K}{q_r} \quad (4.67)$$

Для перехода от абсолютной размерности капитальных вложений к удельной надо первую разделить на годовую производительность прибора (системы) q_r . В табл. 4.7 приведена размерность удельных капитальных вложений k применительно к различным видам систем.

Удельные капитальные вложения могут быть измерены и на час работы рассматриваемого прибора

$$k \frac{\text{руб.}}{\text{час/год}}.$$

Это означает, что, вложив в данный прибор (систему) k руб., мы затем каждый год сумеем получать от него 1 ч работы.

Таблица 4.7

Размерность удельных капитальных вложений k для различных систем

Вид системы	Размерность
Рабочая	$\frac{\text{руб.}}{\text{шт./год}}$
Электроэнергетическая	$\frac{\text{руб.}}{\text{квт} \cdot \text{ч/год}}$
Транспортная	$\frac{\text{руб.}}{\text{т} \cdot \text{км/год}}$
Измерительная	$\frac{\text{руб.}}{\text{измерение/год}}$
ЭЦВМ	$\frac{\text{руб.}}{\text{задачу/год}}$

Если создается не прибор, а новый материал, то удельные капитальные вложения имеют размерность

$$k \frac{\text{руб.}}{\text{т/год}}.$$

Некоторые особенности расчета удельных капитальных вложений для ЭЦВМ. С помощью одной и той же ЭЦВМ могут решаться различные виды задач. Из-за этого годовую производительность q_r ЭЦВМ, выраженную в каких-либо видах задач, часто не рассчитывают. Но тогда удельные капитальные вложения k , связанные с решением одной интересующей нас задачи в год, для ЭЦВМ определяют как

$$k = \frac{t_{м.з} K}{T_{пол}} \frac{\text{руб.}}{\text{задачу/год}}, \quad (4.68)$$

где K — абсолютная величина капитальных вложений в ЭЦВМ, руб.; $T_{пол}$ — полезный годовой фонд времени работы ЭЦВМ (за вычетом планируемых простоев в планово-предупредительном ремонте); $t_{м.з}$ — машинное время, т. е. количество часов работы ЭЦВМ, потребное для решения одной задачи, ч/задачу.

Размерность удельных капитальных вложений
руб. руб. год
задачу/год можно записать и как задачу . Числитель

характеризует величину связанных средств в рубле-годах на решение одной задачи.

Стандартизация приборов и систем, как важное средство их удешевления. Одним из важнейших направлений удешевления новых типов приборов (систем) является их стандартизация, позволяющая увеличить объем выпуска однотипных изделий.

Прежде, например, считалось, что большие интегральные схемы (БИС) всегда будут изготавливаться только по специальным техническим условиям заказчика. Но уже сейчас началась стандартизация биполярных логических БИС. Это позволяет наладить их крупносерийное производство для потребителей, которым нужны схемы, достаточно сходные по функциям. Поэтому доля стандартных БИС в общем выпуске будет возрастать.

На базе стандартных БИС будут создаваться такие распространенные функциональные блоки, как сумматоры, умножители и схемы контроля четности. Кроме того, на базе стандартных БИС будут создаваться такие функциональные блоки, которые имеют узкую область применения, но используются в больших количествах (например, функциональные блоки для устройств цифровой магнитной записи и другого периферийного оборудования ЭЦВМ).

В настоящее время еще не имеется стандартов на средства сопряжения различных ЭЦВМ. Из-за этого подключение к ЭЦВМ различных устройств ввода-вывода стоит гораздо дороже. Ожидают, что внедрение стандартного устройства сопряжения устройств ввода-вывода с вычислительными машинами даст большую экономию средств.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАСХОДОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРОВ СРАВНИВАЕМЫХ ТИПОВ

§ 5.1. Заработная плата персонала, обслуживающего прибор (систему)

Установление штата персонала. Прежде всего надо установить, нуждается ли рассматриваемый прибор в персонале, который призван обслуживать его. Имеются приборы, которые не требуют для своего обслуживания постоянного персонала (например, непрерывно включенные щитовые приборы). В расходах по их эксплуатации нет заработной платы обслуживающего персонала.

Если прибор нуждается в обслуживающем персонале, необходимо установить его квалификацию и количество. В табл. 5.1 приведен штат персонала, обслуживающий большую ЭЦВМ третьего поколения (на интегральных схемах). 36% этого персонала составляют программисты вместе с аналитиками.

Величина заработной платы B зависит от степени автоматизации прибора. Чем выше уровень автоматизации, тем меньше обслуживающего персонала и, следовательно, заработной платы B , связанной с эксплуатацией прибора. Так, в будущих вычислительных системах многие современные функции операторов будут возложены на ЭЦВМ.

Расчет заработной платы. В расходах по заработной плате учитывается не только основная, но и дополнительная заработная плата персонала, призванного обслуживать данный прибор, а также начисления на заработную плату органам социального страхования.

Основная заработная плата B_0 — это оплата сдельщиков по нормальным расценкам, а повременщиков — по тарифным ставкам. Дополнительная за-

работная плата B_d содержит в этом расчете доплаты: постоянные (например, оплата отпусков); очень частые (например, премии по прогрессивно-сдельной и повре-

Таблица 5.1

Персонал вычислительного центра, созданного на базе большой ЭЦВМ третьего поколения (на интегральных схемах) «Iris — 50», выпущенной в конце 1969 г.

Наименование должностей	Количество работников
Начальник вычислительного центра	1
Секретарь	1
Начальник эксплуатации	1
Начальник зала	1
Операторы	4
Контролеры	3
Старшие перфораторшицы	2
Перфораторшицы	9
Работники на контрольных	5
Начальник службы программирования	1
Программисты-аналитики	6
Аналитики	8
Всего	42

менно-премиальной системам оплаты). Кроме того, в данном расчете учитывают и начисления на всю заработную плату органам социального страхования $N_{с.с.}$. Хотя $N_{с.с.}$ — это уже не заработная плата, но она начисляется пропорционально заработной плате.

Величина дополнительной заработной платы B_d работников, обслуживающих прибор, определяется как

$$B_d = \omega_d B_o \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.1)$$

где B_o — основная заработная плата персонала, обслуживающего прибор; ω_d — коэффициент, характеризующий уровень дополнительной заработной платы (оплата отпуска и др.) в долях к основной.

Обычно величину ω_d в этих расчетах принимают в размере $\omega_d = 0,12$.

Сумма B_c основной и дополнительной заработной платы персонала, обслуживающего прибор, составляет

$$B_c = B_o + B_d \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.2)$$

Начисления $N_{c.c}$ на заработную плату персонала, обслуживающего прибор, органам государственного социального страхования составляют

$$N_{c.c} = \omega_c B_c = \omega_c (1 + \omega_d) B_o \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}; \quad (5.3)$$

где ω_c — коэффициент, характеризующий величину начислений на заработную плату органам социального страхования, в долях ко всей зарплате.

Величина ω_c составляет около 0,08.

За счет средств государственного социального страхования работникам выплачиваются пособия по временной нетрудоспособности, беременности, родам, пенсии по старости и инвалидности, предоставляется санаторно-курортное лечение, дома отдыха, лечебное питание.

Общая сумма всей заработной платы вместе с начислениями органам социального страхования составляет

$$\begin{aligned} B &= B_o + B_d + N_{c.c} = B_c + N_{c.c} = \\ &= (1 + \omega_d) B_o + \omega_c (1 + \omega_d) B_o = \\ &= (1 + \omega_d) (1 + \omega_c) B_o \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \end{aligned} \quad (5.4)$$

При $\omega_d = 0,12$ и $\omega_c = 0,08$ величина

$$B = 1,2 B_o \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.5)$$

Если за счет уменьшения количества персонала, обслуживающего данный прибор, получена экономия на основной заработной плате в размере $\Delta B_{o.э}$, то суммарная экономия составит:

$$\Delta B_a = (1 + \omega_d) (1 + \omega_c) \Delta B_{o.э} \approx 1,2 \Delta B_{o.э} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.6)$$

Если один оператор обслуживает несколько приборов, то на один прибор придется:

$$B_{\Pi} = \frac{B}{n_{o,\Pi}} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.7)$$

где B_{Π} — заработная плата оператора, приходящаяся на один прибор; B — заработная плата оператора, руб./год; $n_{o,\Pi}$ — количество приборов, обслуживаемых одним оператором.

§ 5.2. Амортизационные отчисления

Две составляющие амортизационных отчислений. В эксплуатационные расходы входят амортизационные отчисления A_o . Посредством их осуществляется постепенное перенесение стоимости прибора на каждую единицу изготовляемой с его помощью продукции. Ежегодные амортизационные отчисления предназначены для накопления средств K_o , необходимых для полной замены прибора. Эта задача решается посредством ежегодных *собственно амортизационных отчислений (на реновацию)*

$$a_c \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}} \cdot \text{Если рассматриваемый прибор служит } T_c$$

лет, то за весь срок его службы в виде собственно амортизационных отчислений $A_{c,o}$ будет накоплено

$$A_{c,o} = a_c T_c = K_o \text{ руб./прибор}, \quad (5.8)$$

где $A_{c,o}$ — сумма собственно амортизационных отчислений (на реновацию), накапливаемая за весь срок службы прибора; a_c — величина ежегодных собственно амортизационных отчислений, руб./год; T_c — срок службы прибора с учетом физического и морального износа, лет; K_o — стоимость прибора с учетом затрат на доставку и монтаж у потребителя, руб.

При этом величина K_o определяется как

$$K_o = z + S_{\Gamma} + S_{\text{мн}} \text{ руб./прибор}, \quad (5.9)$$

где z — оптовая цена прибора; S_{Γ} — стоимость перевозки прибора к потребителю; $S_{\text{мн}}$ — стоимость работ по монтажу прибора у потребителя.

Иногда производят более точный расчет величины $A_{с.о.}$, как

$$A_{с.о.} = K_0 - S_{л} \text{ руб./прибор}, \quad (5.10)$$

где $S_{л}$ — ликвидная стоимость прибора в момент замены его новой, более совершенной моделью.

Однако очень часто величиной $S_{л}$ в этом расчете пренебрегают, так как она во много раз меньше, чем K_0 .

Амортизационные отчисления A_0 обеспечивают также *необходимые средства* R_k для капитальных ремонтов рассматриваемого прибора. В этих целях ежегодно спи-

сываются средства в размере $r_k \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$.

Допустим, что капитальный ремонт рассматриваемого прибора производится через $T_{к.р.} = 3$ года. Следовательно, в течение первых трех лет капитального ремонта не будет. Однако средства для этого ремонта $r_k \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$ все равно списываются ежегодно. В результате за три года накопится сумма $R_k = 3r_k$, которая будет затрачена на капитальный ремонт.

Таким образом посредством амортизационных отчислений A_0 в ежегодные расходы по эксплуатации прибора включаются затраты a_c на его полное возобновление (собственно амортизация) и затраты r_k на капитальный ремонт

$$A_0 = a_c + r_k \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.11)$$

Расчет величины A_0 производится на основании норм амортизационных отчислений

$$A_0 = a_n K_0 \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.12)$$

где a_n — годовая норма амортизации, предусматривающая возмещение затрат на полное возобновление, т. е. на замену прибора и на его капитальный ремонт, 1/год.

Норма a_n амортизационных отчислений состоит из двух частей:

$$a_n = a_{с.н} + r_{к.н} \text{ 1/год}, \quad (5.13)$$

где $a_{с.н}$ — годовая норма собственно амортизаций (на реновацию), 1/год; $r_{к.н}$ — годовая норма возмещения затрат на капитальные ремонты, 1/год.

Помимо капитальных ремонтов R_k имеются еще и текущие R_t . Затраты на них мало изменяются. Они вклю-

чаются в состав ежегодных эксплуатационных расходов E .

Если бы в составе эксплуатационных расходов E не учитывались капитальные ремонты, то стоимость K_0 , которую имел прибор, была бы списана в виде амортизационных отчислений за $T_{с1}$ лет (рис. 5.1). Каждый капитальный ремонт R_k увеличивает оставшуюся к списанию стоимость прибора, а следовательно, и срок службы. В рассматриваемом примере благодаря капитальным ремонтам срок службы увеличился до $T_{с2} > T_{с1}$. Величина $S_{л}$ на этом графике характеризует лик-

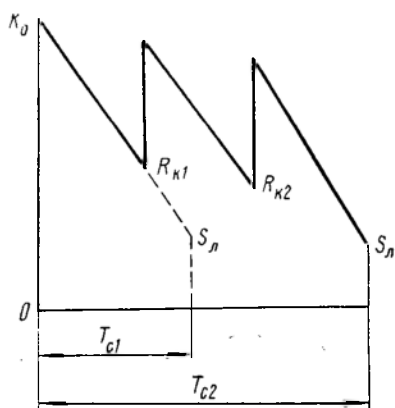


Рис. 5.1. Увеличение срока службы прибора (системы) с $T_{с1}$ до $T_{с2}$ лет благодаря капитальным ремонтам, стоимостью $R_{к1}$ и $R_{к2}$ руб.:

K_0 — первоначальная стоимость прибора (системы); $S_{л}$ — ликвидная стоимость прибора после его полного износа

видную стоимость, которую имеет рассматриваемый прибор при его замене новой, более совершенной моделью. Таким образом, амортизационные отчисления могут быть выражены как

$$A_o = a_c + r_k = \frac{K_0 - S_{л}}{T_{с2}} + \frac{R_{к1} + R_{к2}}{T_{с2}} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.14)$$

Если же пренебречь величиной остаточной стоимости $S_{л}$, то собственно амортизационные отчисления составят

$$a_o = \frac{K_0}{T_{с2}} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.15)$$

Где нет капитальных ремонтов, там имеют место только собственно амортизационные отчисления по при-

бору a_c . Именно они составляют, например, наибольшую долю от расходов по эксплуатации искусственного спутника связи. Их величина определяется сроком службы спутника. Например, при сроке службы спутника $T_c = 5$ лет, они составляют $a_c = 20\%$ год. Экономическая эффективность искусственных спутников связи определяется прежде всего длительным сроком их службы T_c . Вот почему в настоящее время уже создаются спутники, предполагаемый срок службы которых $T_c = 10$ лет.

Случаи, когда в расчете нельзя использовать действующие нормы амортизационных отчислений. Надо иметь в виду, что действующие нормы амортизации a_n не учитывают различий в уровне надежности и долговечности различных конкретных конструкций приборов. Для всех моделей данного рода оборудования (например, для всех моделей электронных вычислительных машин) устанавливается единая норма амортизационных отчислений. Поэтому если вести расчет на базе действующих норм амортизации a_n , то в экономическом анализе не будут учтены различия в полных сроках службы и затратах на капитальный ремонт приборов данных конкретных сравниваемых конструкций. Во всех случаях при возрастании цены прибора ($z_2 > z_1$) будет получаться рост также и амортизационных отчислений

$$A_{02} = a_n z_2 > A_{01} = a_n z_1 \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.16)$$

где A_{02} и A_{01} — годовые амортизационные отчисления по приборам сравниваемых типов: прежнего (A_{01}) и нового (A_{02}); z_2 и z_1 — оптовая цена прибора: прежнего (z_1) и нового (z_2); a_n — годовая норма амортизации для данного рода приборов, 1/год.

Вот почему во всех случаях, когда варианты конструкции прибора различаются своей надежностью и долговечностью, необходимо производить конкретный анализ изменения амортизационных отчислений. При этом надо отдельно рассчитывать собственно амортизационные отчисления a_c и затраты на капитальный ремонт r_k прибора.

Цена прибора повышенной долговечности может увеличиться ($z_2 > z_1$). В этом случае возрастает и полный срок его службы ($T_{c2} > T_{c1}$ лет). Если срок службы по-

высится в большей степени, чем цена, то новый прибор позволит получить экономию $\Delta a_{c.э}$ на собственно амортизационных отчислениях:

$$\Delta a_{c.э} = \frac{z_1}{T_{c1}} - \frac{z_2}{T_{c2}} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.17)$$

Именно ради экономии собственно амортизационных отчислений $\Delta a_{c.э}$ велись, например, работы по повышению срока службы полупроводниковых лазеров с $T_{c1} = 200$ час до $T_{c2} = 2000 \div 3000$ час.

При сопоставлении амортизационных отчислений по ЭЦВМ также необходимо учитывать различия в сроке их службы. Так, по приводимым в литературе данным, средний срок службы ЭЦВМ (с учетом их морального износа) составляет: для машин первых двух поколений (на электронных лампах и на дискретных полупроводниковых приборах) — $T_c = 5$ лет; для машин третьего поколения (на интегральных схемах) ожидается $T_c = 10$ лет.

Действующие нормы $r_{к.лн}$ возмещения затрат на капитальный ремонт тоже являются средними. Они не отражают различий в сроках службы до капитального ремонта данных конкретных моделей приборов. Между тем, если даже стоимость капитального ремонта нового более надежного прибора возросла ($R_{к2} > R_{к1}$), срок его службы до капитального ремонта может увеличиться в еще большей степени ($T_{к.р2} > T_{к.р1}$) и в результате *будет достигнута экономия $\Delta r_{к.э}$ затрат на капитальный ремонт*

$$\Delta r_{к.э} = \frac{R_{к1}}{T_{к.р1}} - \frac{R_{к2}}{T_{к.р2}} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.18)$$

где R_k — стоимость капитального ремонта прибора: прежнего ($R_{к1}$) и нового ($R_{к2}$) типов; $T_{к.р}$ — срок службы до капитального ремонта прибора: прежнего ($T_{к.р1}$) и нового ($T_{к.р2}$) типов, лет.

Если же пользоваться единой нормой $r_{к.лн}$ возмещения затрат на капитальный ремонт для данного рода приборов, то всегда у более дорогого прибора ($z_2 > z_1$) будут более высокими и затраты на его капитальный ремонт, приходящиеся на один год эксплуатации ($r_{к2} > r_{к1}$), так как

$$r_{к2} = r_{к.лн} z_2 > r_{к1} = r_{к.лн} z_1 \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \quad (5.19)$$

Метод расчета срока службы и нормы собственно амортизационных отчислений для вновь создаваемого прибора. На графике (рис. 5.2) вначале наносят ординаты R_T стоимости ремонтов, производимых в различные периоды эксплуатации рассматриваемого прибора:

$$R_T = R_T(T) \text{ руб./прибор.} \quad (5.20)$$

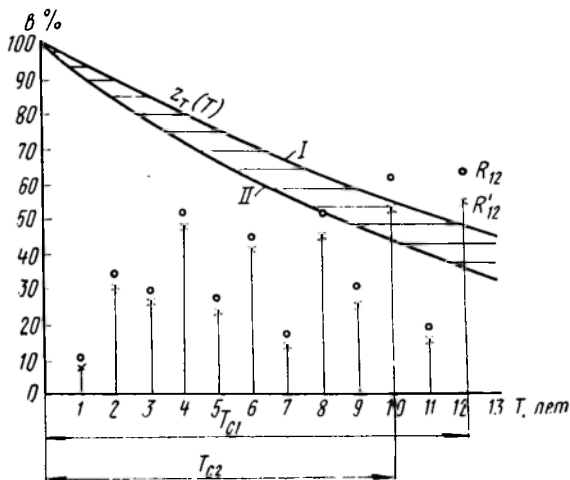


Рис. 5.2. Расчет ожидаемого срока службы T_0 прибора:

z_T — цена прибора через T лет после его создания при двух значениях среднего ежегодного прироста производительности труда в стране (кривые I и II); R_T — первоначально рассчитанные затраты на ремонт; R'_T — затраты на ремонт, пересчитанные с учетом их удешевления под влиянием технического прогресса

После этого пересчитывают эти ординаты с учетом удешевления ремонтов под влиянием технического прогресса

$$R'_T = R'_T(T) \text{ руб./прибор.} \quad (5.21)$$

Этот пересчет производится по формуле

$$R'_T = R_T (1 - \alpha_p)^T \text{ руб./прибор,} \quad (5.22)$$

где R_T — первоначально рассчитанные затраты на ремонт в T -й год эксплуатации прибора (на графике обо-

значены кружками); R'_T — то же, с учетом удешевления ремонтов под влиянием технического прогресса (на графике обозначены крестиками); α_p — среднегодовое снижение затрат на ремонт (в долях единицы); в этих расчетах обычно принимают $\alpha_p = 0,01$.

Наносят на графике цену z_T , которую этот прибор будет иметь через T лет после его создания в результате обесценивания под влиянием технического прогресса

$$z_T = \frac{z_0}{(1 + \Delta I_{\pi})^T} \text{ руб./прибор,} \quad (5.23)$$

где z_0 — первоначальная цена этого прибора в момент его появления; ΔI_{π} — средний годовой прирост производительности труда в стране (в долях единицы); в этих расчетах обычно принимают $\Delta I_{\pi} = 0,075 \div 0,1$ и наносят на графике две кривые для этих крайних значений; T — число лет, истекшее с момента создания этой модели прибора.

Первое пересечение кривой z_T с ординатой R'_T позволяет найти срок службы прибора T_c . Норма собственно амортизации $a_{c.н}$ для этого прибора составит:

$$a_{c.н} = \frac{100}{T_c} \%/\text{год}; \quad (5.24)$$

или

$$a_{c.н} = \frac{1}{T_c} 1/\text{год}. \quad (5.25)$$

§ 5.3. Затраты на текущий ремонт прибора

Показатели ремонтпригодности конструкции прибора, характеризующие трудоемкость и стоимость его технического обслуживания и ремонта. Еще в процессе разработки нового прибора необходимо предусмотреть наиболее эффективный порядок проведения осмотров и замены деталей, который должен быть узаконен в специальных документах, даваемых потребителю вместе с прибором. При этом в конструкцию надо внести все необходимые изменения, позволяющие удешевить ремонт.

В качестве показателей, обратных ремонтпригодности конструкции прибора, используются удельные трудоемкость, стоимость и продолжительность технического

обслуживания и ремонта. Чем меньше эти удельные величины, тем выше ремонтпригодность конструкции созданного прибора.

Первым из этих показателей ремонтпригодности конструкции прибора и принятой системы его ремонта является удельная трудоемкость обслуживания и ремонта, приходящаяся на 1 час работы:

$$\theta_T = \frac{t_n + t_{\text{п}}}{T_{\text{н.о}}} \text{ чел-ч/ч работы,} \quad (5.26)$$

где θ_T — удельная трудоемкость технического обслуживания и ремонтов, приходящихся на 1 час полезной работы этого прибора, чел/ч; $t_{\text{п}}$ — трудоемкость технического обслуживания и плановых ремонтов, производимых за время наработки прибора на отказ, чел-ч/отказ; t_n — средняя трудоемкость устранения одного внезапного отказа, чел-ч/отказ; $T_{\text{н.о}}$ — наработка прибора на один внезапный отказ, ч/отказ.

Применительно к самолетам принято оценивать трудоемкость их технического обслуживания в человеко-часах, приходящихся на один летный час

$$\theta'_T = \frac{t_o}{t_{\text{л}}} \text{ чел-ч/ч полета,} \quad (5.27)$$

где θ'_T — удельная трудоемкость технического обслуживания, приходящаяся на 1 ч полета самолета; t_o — трудоемкость технического обслуживания самолета, чел-ч; $t_{\text{л}}$ — полетное время, ч.

Очень важно снижать отношение трудоемкости t_o обслуживания к полетному времени $t_{\text{л}}$. Многие предприятия и фирмы-изготовители самолетов гражданской авиации обеспечивают гарантию — на каждый час полета потребуется не более определенного количества человеко-часов для обслуживания. В руководствах по техническому обслуживанию и ремонтам заводы-изготовители самолетов указывают теперь затраты труда на выполнение отдельных работ на основе предыдущего опыта. Так, изучение статистических данных показывает, что трудоемкость технического обслуживания самолета является функцией его веса. Более точные прогнозы позволяет давать изучение зависимости этих затрат от размеров двигателя и от конструктивных параметров отдельных систем и подсистем самолета.

Вторым важным показателем, обратным ремонтпригодности конструкции прибора, является удельная стоимость ω_c ремонта и технического обслуживания, приходящаяся на 1 ч работы:

$$\omega_c = \frac{r_{т.п} + r_{т.н}}{T_{н.о}} \text{ руб./ч,} \quad (5.28)$$

где $r_{т.п}$ — средняя стоимость технического обслуживания и плановых ремонтов, производимых за время наработки на отказ $T_{н.о}$, руб./отказ; $r_{т.н}$ — средняя стоимость непланового ремонта, осуществляемого для устранения одного внезапного отказа, руб./отказ.

Для самолетов принято исчислять удельную стоимость технического обслуживания, приходящуюся на 1 ч полета:

$$\omega'_c = \frac{r_{т.о}}{t_{л}} \text{ руб./ч полета,} \quad (5.29)$$

где $r_{т.о}$ — стоимость технического обслуживания самолета.

Прогнозы предусматривали, например, что стоимость технического обслуживания, приходящаяся на 1 ч полета сверхзвукового самолета «Конкорд», составит 700 долл/ч (19% от общей величины их эксплуатационных расходов).

Средства повышения ремонтпригодности создаваемых приборов. Конструкция каждого прибора должна допускать возможность быстрого и качественного ремонта, поэтому разработчикам необходимо еще в процессе проектирования нового прибора тщательно продумывать, как будут ремонтироваться его детали, производиться разборка узлов. Следует предусматривать возможность снятия отдельных крупных узлов без разборки соседних.

Проблема ремонта является одной из важнейших, связанных с использованием многокристалльных интегральных схем (ИС). Сварные металлические, стеклопаяные и пластиковые корпуса ремонту практически не поддаются. Наиболее ремонтпригодными являются корпуса, герметизированные методом пайки, особенно при помощи низкотемпературных припоев. В настоящее время стремятся так конструировать корпуса для многокристалльных ИС, чтобы обеспечить возможность неоднократных замен кристаллов на подложке.

Одним из средств повышения ремонтпригодности приборов является создание блочных конструкций. Так, блочная конструкция антенного усилителя собирается из пяти блоков: широкополосного усилителя с отдельными выходными каскадами метрового и дециметрового диапазонов; блока питания; двойного распределителя; дополнительного блока, обеспечивающего селективный прием в широком диапазоне частот; соединителя симметричного выхода антенн. Из этих пяти блоков составляют разные варианты усилителя.

Сборка телевизоров из модулей также облегчает их техническое обслуживание и ремонт. Съемные функциональные платы-модули позволяют упростить и удешевить замену деталей при ремонте. Конечная цель модульного конструирования — это создание таких моделей телевизоров, ремонт которых производился бы просто путем замены отказавшего модуля исправным.

Более широкое применение модулей является одним из направлений стандартизации. Стоимость стандартных модулей, изготавливаемых в больших количествах, может снизиться до пределов, позволяющих выбрасывать их при возникновении неисправности.

Последние достижения радиоэлектроники положили начало поискам *создания приборов и аппаратуры сверх-высокой надежности, почти не нуждающихся в ремонте.* Они создаются на базе интегральных схем. Вместо механических элементов настройки в них используются варакторные диоды.

К числу новейших идей в области совершенствования ремонтпригодности конструкций относится создание саморемонтирующихся систем, т. е. *осуществление автоматического ремонта.* Уже создана модель саморемонтирующейся ЭЦВМ, состоящей из отдельных блоков, для каждого из которых предусмотрен один или более запасных. В случае неисправности от такого блока отключается питание и в работу включается запасный блок. Если два устройства определяют, что третье неисправно, то оно отключается и заменяется запасным. Если же устройство, которое признано другими неисправным, выдает сигналы исправности своего состояния, то предусматривается повторная проверка.

На поиск повреждения и его устранение затрачивается всего 0,01 сек.

Расчет стоимости профилактических текущих ремонтов прибора. Стоимость R_T текущих ремонтов прибора может быть определена как

$$R_T = R_{T.п} + R_{T.н} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.30)$$

где $R_{T.п}$ — стоимость профилактических текущих ремонтов прибора, $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$; $R_{T.н}$ — стоимость аварийных текущих ремонтов, вызванных внезапными отказами прибора, $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$.

Наличие программы профилактического обслуживания прибора (системы) дает возможность сократить или вообще устранить отказы вследствие износа элементов. *Стоимость профилактических текущих ремонтов $R_{T.п}$ может быть определена как*

$$R_{T.п} = \sum_i N_{T.пi} r_{T.пi} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.31)$$

где $N_{T.пi}$ — количество i -х профилактических текущих ремонтов рассматриваемого прибора за год; $r_{T.пi}$ — стоимость одного i -го профилактического ремонта, руб./ремонт. При этом

$$r_{T.пi} = s_{дi} + B_i \text{ руб./ремонт}, \quad (5.32)$$

где $s_{дi}$ — стоимость деталей, заменяемых при i -м профилактическом ремонте; B_i — основная и дополнительная заработная плата ремонтных рабочих с начислениями на социальное страхование, приходящаяся на один i -й профилактический ремонт.

Расчет стоимости неплановых (аварийных) текущих ремонтов прибора. Профилактические ремонты предупреждают появление неплановых ремонтов главным образом в результате износа. Но они все же не исключают полностью внезапных выходов систем из строя, вызываемых различными случайными факторами. Неплановый текущий ремонт выполняется после отказа или появления такой неисправности, которую необходимо устранить для возможности дальнейшего использования рассматриваемой системы.

Стоимость неплановых (аварийных) текущих ремонтов системы может быть определена как

$$R_{т.н} = N_{т.н} r_{т.н} = \frac{T_r}{T_{н.о}} r_{т.н} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.33)$$

где $r_{т.н}$ — средние затраты на один неплановый текущий ремонт системы; $N_{т.н}$ — количество неплановых текущих ремонтов системы за год, связанных с устранением внезапных отказов; T_r — среднее число часов работы системы в течение года; $T_{н.о}$ — наработка системы на один внезапный отказ, ч/отказ.

При этом

$$r_{т.н} = s_{д.н} + B_n \text{ руб./ремонт}, \quad (5.34)$$

где $s_{д.н}$ — средняя стоимость деталей, заменяемых при одном неплановом текущем ремонте; B_n — заработная плата ремонтных рабочих с начислениями соцстраху, приходящаяся в среднем на один неплановый текущий ремонт.

Величину $r_{т.н}$ можно определить на основе изучения статистических данных.

§ 5.4. Ущерб от простоев приборов и систем в ремонтах

Показатели ремонтпригодности, характеризующие продолжительность простоев прибора в ремонте. Простои систем в техническом обслуживании и ремонте могут нанести большой ущерб потребителям. Поэтому очень важно уменьшать время простоев. Ремонтпригодность конструкции прибора, помимо уже рассмотренных выше показателей характеризуется еще:

средним временем его восстановления $T_{п.н}$, т. е. временем вынужденного непланового простоя, обусловленного отысканием и устранением одного отказа;

относительной величиной δ_n среднего времени восстановления к наработке на отказ

$$\delta_n = \frac{T_{п.н}}{T_{н.о}}. \quad (5.35)$$

Для уменьшения величины δ_n нужно увеличивать наработку прибора на отказ $T_{н.о}$ и уменьшить необходимую продолжительность его ремонта $T_{п.н}$. Косвенную характеристику ремонтпригодности прибора дают малая тру-

доемкость работ по его сборке и разборке, блочность конструкции, высокий удельный вес нормализованных и унифицированных деталей.

Время простоя, за которое ведется расчет ущерба. Ущерб U_{Π} , обусловленный простоями системы в ремонте, может быть определен как

$$U_{\Pi} = u_{\text{ч}} T_{\Pi} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.36)$$

где $u_{\text{ч}}$ — ущерб, обусловленный одним часом простоя системы в ремонте, руб./ч; T_{Π} — суммарная продолжительность простоев системы в ремонтах, ч/год.

За какое время простоя T_{Π} надо вести расчет общей величины ущерба U_{Π} , зависит от рода системы. С развитием крупных автоматических систем и их взаимосвязей ущерб U_{Π} , наносимый простоями оборудования в ремонте, все время возрастает. Если изменение надежности системы сказывается на продолжительности простоев в профилактических и аварийных текущих ремонтах, изменяя годовую производительность ее, то надо определять ущерб U_{Π} , наносимый простоями в тех и других ремонтах

$$U_{\Pi} = u_{\text{ч}} T_{\Pi} = u_{\text{ч}} \left[\sum_i N_{\text{т.п}i} T_{\Pi.\text{п}i} + \frac{T_{\text{г}}}{T_{\text{н.о}}} T_{\Pi.\text{п}} \right] \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.37)$$

где $N_{\text{т.п}i}$ — количество i -х плановых (профилактических) текущих ремонтов рассматриваемой системы за год; $T_{\Pi.\text{п}i}$ — средняя продолжительность простоя системы в одном i -м профилактическом ремонте, ч/год; $T_{\text{г}}$ — среднее число часов работы системы в течение года, ч/год; $T_{\text{н.о}}$ — средняя наработка системы на один внезапный отказ, ч/отказ; $T_{\Pi.\text{п}}$ — средняя продолжительность простоя системы при устранении одного внезапного отказа, ч/отказ.

Если уровень надежности сказывается и на продолжительности простоя системы также в капитальном ремонте, то надо при расчете ущерба U_{Π} учитывать и эти простои, приходящиеся на один год эксплуатации. Учет ущерба от простоев во всех видах ремонтов, включая капитальные, является совершенно необходимым для всех больших дорогостоящих систем: кораблей, самолетов, электроэнергетических систем, оборудования метал-

лургических заводов. Возможно, более полное использование такого оборудования имеет большое экономическое значение. В то же время для наиболее дешевого оборудования, нормальная загрузка которого невелика, можно ограничиваться учетом ущерба от простоев только в неплановых текущих ремонтах.

Определение размера ущерба от недодачи системой продукции за время ее простоя в ремонте. В системах, с помощью которых изготавливается продукция, перевозятся грузы или передается информация, неплановый отказ может вызвать их недодачу. При этом авария системы может нанести ущерб не только тому потребителю, который ее использует, но еще и тем, кто пользуется продукцией, изготовленной с помощью этой системы, или передаваемой с ее помощью информацией.

Во многих, однако, случаях в качестве ущерба, наносимого отказом системы, можно принять только первичный ущерб, возникающий там, где она эксплуатируется. Например, при отказе усилительной аппаратуры кабельной линии связи может быть учтен только ущерб, нанесенный организациям связи из-за несостоявшихся телефонных переговоров. Что касается ущерба, который несет при этом сам потребитель, не получивший вовремя информацию, то его в этом расчете не представляется возможным учесть. Но без этого можно и обойтись, так как всем важнейшим переговорам, даже при отказе аппаратуры линии связи, всегда предоставляется самая первая очередь по тем оставшимся каналам связи, которые продолжают функционировать.

Ущерб $u_{\text{и}}$ от невыпуска предприятием одного изделия из-за простоя системы в ремонте составляет

$$u_{\text{и}} = d_{\text{и}} + w_{\text{пост}} = z_{\text{и}} - c_{\text{и}} + w_{\text{пост}} \text{ руб./шт.}, \quad (5.38)$$

где $u_{\text{и}}$ — ущерб, наносимый заводу-изготовителю невыпуском одного изделия; $d_{\text{и}}$ — чистый доход (прибыль), получаемый заводом-изготовителем на одном изделии; $w_{\text{пост}}$ — условно-постоянные расходы, приходящиеся на одно изделие; $z_{\text{и}}$ — цена одного изделия; $c_{\text{и}}$ — себестоимость изготовления одного изделия.

На каждом невыпущенном из-за простоев системы в ремонте изделии предприятие не несет связанных с его изготовлением переменных расходов $w_{\text{пер}}$. Предприятие не затрачивает, например, основных материалов и зара-

ботной платы производственных рабочих-сдельщиков на те изделия, которые оно не изготовляло. Но зато при увеличении количества выпускаемой заводом продукции с Q_1 до Q_2 ($Q_2 > Q_1$) условно-постоянные расходы $w_{\text{пост.}}$, приходящиеся на единицу продукции, уменьшаются. По-

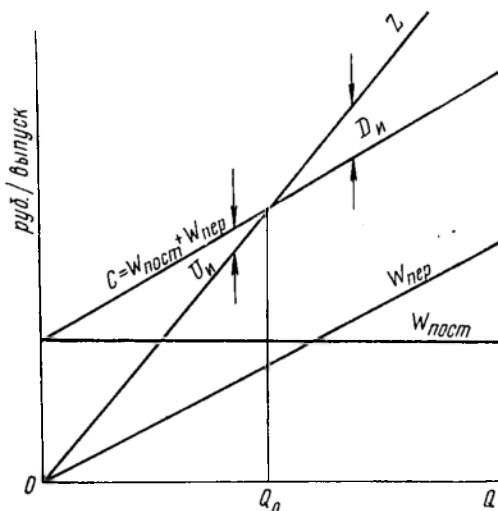


Рис. 5.3. Условно-постоянные $W_{\text{пост.}}$, переменные $W_{\text{пер}}$ и суммарные расходы C на весь объем выпускаемой предприятием продукции Q :

Q_0 — тот минимальный объем производства, после достижения которого предприятие начинает получать прибыль $D_{\text{и}}$; $U_{\text{и}}$ — убыток, который это предприятие получает при выпуске продукции, меньшем, чем Q_0 ; Z — оптовая цена всего выпуска продукции

этому завод получит экономию на условно-постоянных расходах $\Delta w_{\text{пост.э}}$, приходящуюся на одно изделие, в раз-
мере

$$\Delta w_{\text{пост.э}} = \frac{W_{\text{пост.}}}{Q_1} - \frac{W_{\text{пост.}}}{Q_2} \text{ руб./шт.}, \quad (5.39)$$

где $W_{\text{пост.}}$ — общая величина условно-постоянных расходов завода (рис. 5.3).

Ущерб $u_{\text{ч}}$, обусловленный недовыработкой продукции за 1 ч простоя системы в ремонте, можно определить как

$$u_{\text{ч}} = (z_{\text{и}} - w_{\text{пер}}) q_{\text{ч}} = (d_{\text{и}} + w_{\text{пост}}) q_{\text{ч}} \text{ руб./ч,} \quad (5.40)$$

где $q_{\text{ч}}$ — часовая производительность данной системы, шт/ч.

Суммарный же ущерб от недовыработки за год $q_{\text{и}}$ изделий из-за простоя в ремонтах менее надежной системы составит:

$$U_{\text{п}} = \frac{T_{\text{п}}}{t_{\text{н.в}}} (d_{\text{и}} + w_{\text{пост}}) = q_{\text{и}} (z_{\text{и}} - c_{\text{и}} + w_{\text{пост}}) \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.41)$$

где $T_{\text{п}}$ — суммарная продолжительность простоев системы в ремонтах, ч/год; $t_{\text{н.в}}$ — норма времени на изготовление одного изделия, ч/шт.

Определение величины ущерба, наносимого выходом из строя резервируемого оборудования. Когда речь идет о таких системах, как, например, турбоагрегаты электростанций, которые всегда резервируют, то неплановый выход его из строя практически не приводит обычно к недовыработке продукции. Вышедший из строя агрегат сразу заменяют исправным из числа резервных. Этим и предотвращается недовыработка продукции. Но зато в период непредвиденного выхода из строя основного агрегата возникают дополнительные затраты. Ведь в качестве резервных обычно используют наименее экономичные турбоагрегаты устаревших конструкций. В таких случаях *каждый час простоя в неплановом ремонте основного агрегата $u_{\text{ч.п}}$ может оцениваться дополнительными расходами по эксплуатации менее экономичного резервного агрегата*

$$u_{\text{ч.п}} = e_{\text{ч.р}} - e_{\text{ч.о}} \text{ руб./ч,} \quad (5.42)$$

где $e_{\text{ч.р}}$ — расходы по эксплуатации в течение 1 ч резервного агрегата; $e_{\text{ч.о}}$ — расходы по эксплуатации в течение 1 ч основного агрегата.

Определение ущерба из-за задержек вылета и отмены рейсов самолетов гражданской авиации. Во многих случаях ущерб $u_{\text{ч.п}}$ от 1 ч простоя системы в неплановом ремонте значительно превышает ущерб $u_{\text{ч.п}}$ от 1 ч ее простоя в плановом ремонте

$$u_{\text{ч.п}} > u_{\text{ч.п}}. \quad (5.43)$$

Так, неплановый простой в ремонте самолетов гражданской авиации может вызвать большие убытки из-за задержек их вылетов или отмены рейсов. Отмена вылетов может обуславливаться необходимостью проведения внеплановых работ или замен агрегатов незадолго до взлета, когда уже поздно вносить изменения в расписание. В величине ущерба из-за неплановых простоев самолетов гражданской авиации в техническом обслуживании и ремонте учитывают убытки от отмены рейсов, штраф за нарушение графика перевозок, а также затраты на организацию ночлега и дополнительное питание пассажиров при задержке вылета из-за необходимости устранения неисправностей.

Простои дорогостоящих лайнеров вследствие непланового технического обслуживания и ремонтов наносят авиакомпаниям огромный материальный ущерб. Один час простоя современного большого пассажирского самолета обходится в десятки тысяч рублей. Например, потеря одного летного часа в день для самолета «Боинг-707» обуславливает убытки в размере 2 млн. долл. в год. Отмена трансконтинентального рейса для самолета большой вместимости типа «Боинг-747» наносит убыток порядка 60 000 долл. Вот почему современный уровень задержек и отмен вылетов недопустим для создаваемых новых самолетов большой пассажировместимости. Кроме того, нельзя не учитывать, что отмена вылетов вызывает утрату доверия пассажиров к гражданской авиации.

Ущерб, обусловленный отступлением от оптимальных режимов протекания процессов. В системах автоматического управления производственными процессами низкая надежность может вызывать еще и дополнительные эксплуатационные расходы $\Delta U_{o.d.}$, связанные с отступлением от оптимальных режимов протекания процессов. Они могут вызываться ошибочными результатами работы управляющей данным производственным процессом ЭЦВМ в результате сбоя.

Если суммарная продолжительность работы подобной системы в неоптимальном для нее режиме составляет $T_{н.р}$ ч/год, а среднее возрастание эксплуатационных расходов за 1 ч ее работы в неоптимальном режиме $\Delta e_{ч.}$, то общий ущерб, обусловленный работой в неоптималь-

ном режиме, составит

$$U_0 = T_{\text{н.р}} \Delta e_{\text{ч}} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}. \quad (5.44)$$

Более надежное оборудование позволит получить экономию в размере

$$\Delta U_{0.э} = \Delta T_{\text{н.р.э}} \Delta e_{\text{ч}} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.45)$$

где $\Delta T_{\text{н.р.э}}$ — уменьшение продолжительности работы более надежной системы в неоптимальном режиме, ч/год.

Средства уменьшения продолжительности простоев приборов (систем) в ремонтах. Уменьшение продолжительности $T_{\text{п}}$ простоев в ремонтах в течение года достигается путем увеличения времени безремонтной работы, уменьшения количества точек, требующих технического обслуживания (смазки, регулировки), облегчения замены деталей и узлов, обеспечения сменяемыми частями, а также инструментами и приспособлениями, необходимыми для технического обслуживания и ремонта.

Например, в целях сведения к минимуму продолжительности простоев самолетов в техническом обслуживании стремятся плановые и внеплановые обслуживание и ремонт, необходимые на промежуточных и конечных стоянках, выполнять за время стоянок по расписанию; текущие и периодические регламентные работы, а также внеплановые ремонты производить ночью и в другие отрезки времени, когда эксплуатация самолетов невыгодна. Предусматривается, что все основные работы по техническому обслуживанию сверхзвуковых транспортных самолетов должны будут выполняться только в ночное время.

Одним из эффективных средств сокращения времени $T_{\text{п}}$ простоя в техническом обслуживании и ремонте стало выявление еще в процессе работы системы зарождающихся в ней дефектов. Автоматический контроль параметров систем позволяет выявлять тенденции в их изменении (рис. 5.4). Если скорость изменения параметра во времени слишком велика и знак ее остается постоянным, а значение параметра приближается к предельному, то можно предположить, что вскоре это значение превысит предельное, хотя еще какое-то время будет оставаться в

приемлемых границах. Таким образом, можно предвидеть неисправность или отказ и принять меры к его предотвращению.

В настоящее время разрабатывается аппаратура, которая непосредственно в полете самолета гражданской авиации печатает на ленте данные о том, где, когда и

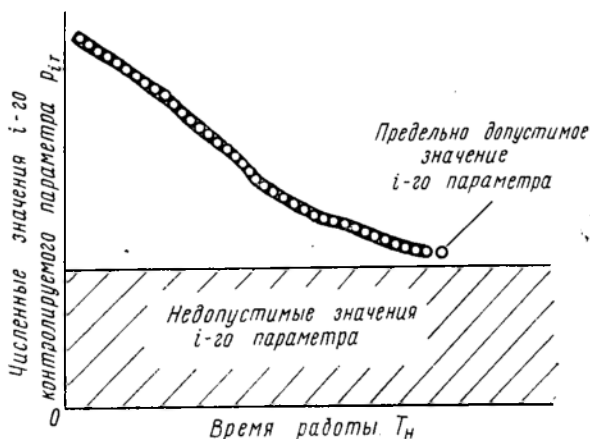


Рис. 5.4. Автоматический контроль параметров системы, позволяющий предвидеть неисправность или отказ и принять меры к их предотвращению

почему появилась неисправность и какой сменный блок нужен для восстановления работоспособности. Будучи переданы с борта самолета на землю, эти данные используются для заблаговременной подготовки необходимых работ по техническому обслуживанию. Благодаря этому сразу же после посадки самолета могут быть начаты ремонтные работы. Это позволяет сократить продолжительность стоянки самолета, повышая коэффициент его использования.

На станциях технического обслуживания автомобилей теперь стали использовать радиоэлектронную контрольно-измерительную аппаратуру. Она позволяет примерно за 1 ч проверить состояние двигателя и всех других основных узлов автомобиля, а также определить объем и сроки предстоящего очередного текущего ремонта. Это сокращает до минимума время простоя автомоби-

ля в текущем ремонте и способствует его безотказной работе. Большая роль в новейших системах обслуживания автомобилей принадлежит ЭЦВМ. Она выдает заключение о состоянии двигателя и других осмотренных систем, указывая детали, которые необходимо заменить.

Время на ликвидацию неисправности зависит и от наличия запасных частей. Одним из средств сокращения продолжительности ремонтов является агрегатный метод, при котором неисправные узлы (блоки), требующие длительного времени для ремонта, заменяются исправными (заранее отремонтированными или новыми) из оборотного фонда. При таком методе ремонта блоки, снятые с одной системы, могут быть установлены на другую. Поэтому нужно, чтобы они были взаимозаменяемыми.

§ 5.5. Расчет других элементов эксплуатационных расходов

Расчет стоимости потребляемой прибором электроэнергии. Определение стоимости $S_{эл}$ расходуемой электроэнергии производится на основе мощности токоприемников и числа часов их использования в течение года

$$S_{эл} = P T_p z_{эл} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.46)$$

где P — установленная электрическая мощность токоприемников, квт ; T_p — число часов работы в течение года; $z_{эл}$ — тариф за $1 \text{ квт} \cdot \text{ч}$ электроэнергии, принимаемый применительно к тем энергетическим системам и видам потребителей электроэнергии, которые будут эксплуатировать данный прибор (систему).

Эта формула приведена применительно к одноставочному тарифу, когда плата взимается за каждый киловатт-час активной электроэнергии, учтенной счетчиками.

Одноставочный тариф используется для электрических железных дорог, мелких промышленных предприятий, бытовых нужд населения. Для каждого вида потребителей установлен свой размер одноставочного тарифа в соответствующей энергетической системе. Наиболее низкие тарифы в тех системах, где большую долю в общей выработке энергии составляют гидроэлектростанции. Наоборот, в энергосистемах, где велика доля тепло-

вых станций, тариф бывает относительно более высоким.

Для крупных и средних промышленных предприятий применяется двухставочный тариф, при котором взимается: основная плата за каждый киловольт-ампер присоединенной мощности трансформатора, дополнительная плата за каждый отпущенный киловатт-час активной энергии, учтенной счетчиками.

Стоимость электроэнергии $S_{эл}$ при двухставочном тарифе подсчитывается как

$$S_{эл} = z_y P_T + P_T z_{эл} \frac{\text{руб./год}}{\text{систему}}, \quad (5.47)$$

где z_y — годовая плата за 1 *квa* присоединенной мощности трансформатора, $\frac{\text{руб./год}}{\text{квa}}$; P_T — величина приходящейся на этот прибор (систему) присоединенной мощности трансформатора, *квa*.

Двухставочный тариф преследует цель стимулировать потребителей не устанавливать у себя лишних мощностей трансформаторов. Ведь энергосистема должна быть всегда готова отдать потребителю мощность в размере P_T того трансформатора, который он у себя установил. Отдельная плата за величину P_T стимулирует потребителей не присоединять к энергосистеме трансформатор большей мощности, чем это им действительно требуется.

Как при одноставочном, так и при двухставочном тарифе плата $z_{эл}$ за электроэнергию может дифференцироваться в различные периоды суток и года с учетом графика нагрузки энергосистемы. При этом в часы «провалов» нагрузки устанавливается сниженный тариф, а в часы «пик» — повышенный. Это способствует выравниванию суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы. Для возможности учета тогда необходимо иметь соответствующие счетчики.

У многих приборов стоимость потребляемой ими электроэнергии $S_{эл}$ незначительна, и ею можно пренебречь в расчете эксплуатационных расходов.

Расчет стоимости расходуемых вспомогательных материалов. Стоимость $S_{в.м}$ вспомогательных материалов, расходуемых в процессе эксплуатации прибора, опреде-

ляется как

$$S_{в.м} = \sum_h Q_h z_h \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (5.48)$$

где Q_h — количество расходуемых в течение года h -х материалов; z_h — оптовая цена единицы h -го материала.

Однако величина $S_{в.м}$ очень часто бывает так мала, что ею можно пренебречь в расчете расходов по эксплуатации прибора.

Требование сопоставимости эксплуатационных расходов. При сравнении эксплуатационных расходов на новый и прежний приборы надо следить за тем, чтобы они были рассчитаны по одной методике и в одинаковых ценах на материалы, тарифах на электроэнергию и часовых тарифных ставках. В этих целях может возникнуть необходимость пересчитать эксплуатационные расходы по прежнему прибору по действующим в настоящее время ценам, тарифам и часовым ставкам, по которым определялись эксплуатационные расходы для прибора новейшей модели.

Метод укрупненного расчета эксплуатационных расходов. В некоторых случаях прибегают к укрупненному расчету расходов по эксплуатации E_c вновь создаваемой системы на базе данных о расходах по эксплуатации E_a ее наиболее существенного элемента

$$E_c = \frac{100E_a}{\omega_a}, \quad (5.49)$$

где ω_a — доля, которую этот элемент составляет в общих расходах по эксплуатации прежних аналогичных систем.

Необходимо прогнозировать, как будут изменяться расходы по эксплуатации рассматриваемого прибора в будущем.

§ 5.6. Удельные эксплуатационные расходы

Размерность удельных эксплуатационных расходов. Эксплуатационные расходы E в их абсолютном значении имеют размерность $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$. Абсолютные значения эксплуатационных расходов сопоставляют тогда, когда го-

Таблица 5.2

Размерность удельных эксплуатационных расходов

Вид системы	Размерность e
Рабочая	руб./шт.
Электроэнергетическая	руб./квт·ч
Транспортная	руб./ткм
Измерительная	руб./измерение
ЭЦВМ	руб./задачу

довая производительность приборов q_r в сравниваемых вариантах одинакова. Если же она неодинакова, то для оценки экономической эффективности привлекаются удельные эксплуатационные расходы e , которые определяются как

$$e = \frac{E}{q_r} \text{ руб./шт.} \quad (5.50)$$

В табл. 5.2 показана размерность удельных эксплуатационных расходов e для различных видов систем.

Снижение удельных эксплуатационных расходов e является одной из самых главных целей создания новых типов приборов и систем.

Особенности расчета удельных эксплуатационных расходов для ЭЦВМ. Применительно к ЭЦВМ различают затраты на программирование и эксплуатационные расходы, связанные с работой машины по составленной программе

$$e_3 = e_{\Pi} + e_{p.m} \text{ руб./задачу,} \quad (5.51)$$

где e_3 — общая величина эксплуатационных расходов на решение одной задачи, руб./задачу; e_{Π} — затраты на программирование, руб./задачу; $e_{p.m}$ — эксплуатационные расходы, связанные с работой ЭЦВМ.

Иначе

$$e_3 = e_{\Pi} + t_{m.3} e_{\text{ч}} \text{ руб./задачу,} \quad (5.52)$$

где $t_{m.3}$ — машинное время ЭЦВМ, потребное для решения одной рассматриваемой задачи, ч; $e_{\text{ч}}$ — эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 ч машинного времени ЭЦВМ.

Наиболее совершенные, экономичные гибкие программы машинного проектирования электрических схем по-

звolyют значительно снизить затраты машинного времени $t_{м.з}$ по сравнению с другими программами. Так, применительно к анализу схемы триггера Шмидта прогон программы «Seeptr» занимает $t_{м.з}=759$ сек системного времени по цене $e_c=33$ цента за секунду, т. е. стоит $e_{р.м}=250,8$ долл., а прогон программы «Syscar» занимает $t_{м.з}=30,8$ сек и стоит $e_{р.м}=10,17$ долл.

Благодаря наличию в системе «Syscar» внутренней библиотеки данных о параметрах прибора время подготовки исходной информации составляет 10—30 мин. Для простой электрической схемы с 15 узлами можно провести кодирование данных, выполнить анализ по постоянному току для номинальных и наихудших значений параметров и получить результаты анализа переходных процессов в течение одного рабочего дня вместо семи человеко-дней, требуемых для макетирования, наладки и испытаний схемы вручную.

В настоящее время прогресс вычислительной техники в значительной степени определяют средства математического обеспечения. Так, ожидается, что в США затраты на математическое обеспечение в 1975 г. достигнут 21 млрд. долл. Характерной особенностью математического обеспечения является появление наборов модульных программ. Потребители ЭЦВМ получают возможность использовать дешевые готовые наборы программ, вместо того, чтобы затрачивать средства на обучение специалистов и создание собственных программ. Уже достигнут определенный прогресс и в деле сближения языка ЭЦВМ с обычным языком.

§ 5.7. Особенности расчета эксплуатационных расходов по арендуемым приборам (системам)

Преимущества аренды (проката) приборов и систем. Одной из эффективных форм сбыта приборов (систем) на внутреннем и внешнем рынках в последние годы стала сдача их в аренду (напрокат). Потребителям это облегчает приобретение оборудования благодаря предоставлению своеобразного кредита, причем в наиболее удобной для них форме. При этом аренда особенно выгодна тем потребителям, которым данное оборудование требуется лишь на короткое время (например, на время работы над определенным проектом). Кроме того, для

потребителя облегчается эксплуатация оборудования, так как сдавший его в аренду завод или фирма-изготовитель принимает на себя все заботы по его техническому обслуживанию и ремонту, а иногда поставляет потребителю не только запасные части, но еще и необходимые специальные эксплуатационные материалы. Аренда облегчает потребителям и окончательное решение вопроса о целесообразности приобретения прибора (системы) после того, как они определенное время уже поработают на нем и приобретут опыт его эксплуатации. Она позволяет потребителю получать самые новейшие модели оборудования, которые еще не поступают в продажу, а сдаются только в аренду, где они находятся под постоянным наблюдением завода (фирмы)-изготовителя. Аренда позволяет также потребителю с самого начала, когда он еще не имеет необходимого опыта эксплуатации, брать в аренду (напрокат) наименее производительную модель этого прибора (системы), за которую он вносит и наименьшую величину арендной платы, а потом, по мере возрастания его потребностей, просить арендодателя заменить ее более производительной моделью, вплоть до самой высокопроизводительной. Существенным является и то, что аренда снимает с потребителей приборов и систем необходимость заботиться о своевременной замене морально устаревших моделей новейшими, так как сдающий их в аренду завод (фирма) обычно сам обеспечивает такую замену сразу, как только появляется более новая модель.

В то же время сдача приборов и систем в аренду (напрокат) дает ряд преимуществ также заводам (фирмам)-изготовителям. Она увеличивает их возможности сбыта, дает им более высокую прибыль, чем просто при продаже, а также позволяет следить за эксплуатацией своих самых новейших моделей приборов (систем), которые в первое время сдаются только в аренду. Изготовители получают при сдаче изготовленных ими приборов (систем) в аренду прибыль за предоставление потребителю кредита в наиболее удобной для него форме. Они сдают в аренду свои более производительные модели тем потребителям, у которых появилась уже реальная потребность в них, и дают находившиеся у них до этого малопроизводительные модели тем, кто еще только начинает использовать подобное оборудование (например, копиро-

вально-множительные аппараты), и кому пока еще просто не требуются высокопроизводительные модели.

Сдача оборудования в аренду (напрокат) широко практикуется на мировом рынке. Наиболее широко практикуется сдача оборудования в аренду с последующей покупкой его после истечения срока арендного договора.

За рубежом в аренду сдается самое различное оборудование: станки с цифровым программным управлением, ЭЦВМ, летательные аппараты, лазеры, измерительные приборы, копировально-множительные аппараты, автомобили и др. Так, примерно 70%¹ произведенных в Японии ЭЦВМ сдается в аренду. Научно-исследовательские институты, которым требуется дорогой лазер не на все время, а только для проведения определенных исследований, стали брать в аренду лазеры, обладающие высокой мощностью. Аренда позволяет им, как потенциальным покупателям, оценить возможности применения лазера, чтобы захотеть его приобрести. Можно ожидать, что аренда (прокат) приборов скажется в будущем даже на изменении самого подхода к их созданию. Так, прогнозы предусматривают, что в будущем потребители будут покупать только основной блок измерительной системы. В зависимости же от тех или иных работ, они будут брать на прокат соответствующие сменные блоки к ней.

Виды арендной платы и методы ее расчета. *Очень существенное значение для расширения аренды приборов и систем имеет уменьшение арендной платы.* Обычно арендная плата выплачивается ежемесячно. Иногда арендная плата взимается за каждый час, на который арендуется оборудование. Основой и обязательными элементами арендной платы S_a являются: амортизационные отчисления с этого оборудования A_0 ; прибыль арендодателя D_a за аренду оборудования. Кроме того, в зависимости от дополнительных услуг, предоставляемых арендодателем, плата S_a за аренду оборудования может включать: стоимость технического обслуживания и текущего ремонта R_T , выполняемого арендодателем оборудования; стоимость поставляемых арендодателем материалов S_m , необходимых для эксплуатации оборудования.

Таким образом, *в зависимости от услуг, предоставляемых арендодателем, плата за аренду оборудования может исчисляться как*

$$S_{a1} = A_0 + D_a; \quad (5.53)$$

$$S_{a2} = A_o + R_T + D_a; \quad (5.54)$$

$$S_{a3} = A_o + R_T + S_M + D_a. \quad (5.55)$$

В некоторых случаях арендная плата устанавливается как

$$S_{a4} = A_o + R_T + S_M + D_a - U_{п.в}, \quad (5.56)$$

где $U_{п.в}$ — возмещение арендодателем убытка, связанного с выходом оборудования из строя не по вине арендатора.

Размер арендной платы S_a зависит от производительности оборудования q

$$\dot{S}_a = S_a(q). \quad (5.57)$$

Поэтому при большом объеме работ арендатору выгодно арендовать высокопроизводительное, максимально автоматизированное оборудование. Наоборот, при малом объеме работ ему выгодно арендовать более дешевое оборудование.

Если на оборудовании установлены счетчики производимой продукции (работы), то арендная плата устанавливается за каждую единицу произведенной продукции (работы). Месячная арендная плата S_a определяется тогда как

$$S_a = s_e Q_M, \quad (5.58)$$

где s_e — арендная плата, взимаемая за каждую единицу произведенной с помощью этого оборудования продукции (работы); Q_M — количество продукции, произведенной с помощью этого оборудования за месяц.

В некоторых случаях оборудование снабжается несколькими счетчиками изготовленной с его помощью продукции. Тогда оно может эксплуатироваться несколькими арендаторами, каждый из которых имеет свой ключ для пуска оборудования. Это применяется, например, в копировально-множительной аппаратуре.

Удельная арендная плата. Большой интерес представляет изучение величины удельной арендной платы, приходящейся на единицу изготавливаемой с помощью данного прибора (системы) продукции, и ее динамики. Технический прогресс ведет к быстрому уменьшению этой удельной величины. Так, если принять за единицу удель-

ную арендную плату, приходящуюся на выполнение 1 млн. операций с помощью лучшей ЭЦВМ модели 1950-го года, то из табл. 5.3 видно, как быстро снижалась эта величина у электронных вычислительных машин последующих лет выпуска.

Таблица 5.3

Относительная величина удельной арендной платы, приходящейся на выполнение с помощью ЭЦВМ 1 млн. операций (за единицу принята удельная арендная плата у ЭЦВМ модели 1950-го года)

Год выпуска ЭЦВМ	Поколение, к которому относится эта машина	На базе каких элементов создана машина	Относительная величина удельной арендной платы
1944	1-е	На электронных лампах	17 000
1950	1-е	На электронных лампах	1
1956	1-е	На электронных лампах	0,25
1958	2-е	На дискретных полупроводниковых приборах	0,05
1960	2-е	На дискретных полупроводниковых приборах	0,022
1962	2-е	На дискретных полупроводниковых приборах	0,02
1963	2-е	То же	0,006
1964	2-е	То же	0,003
1965	3-е	На интегральных схемах	0,0008
1967	3-е	На интегральных схемах	0,0007

Особенности расчета эксплуатационных расходов по арендуемым приборам (системам). При расчете расходов по эксплуатации E_a арендуемого оборудования, помимо арендной платы S_a включаются только те дополнитель-

ные элементы затрат S_d , которые не входят в арендную плату. Например,

$$E_a = S_a + B + S_{эл}, \quad (5.59)$$

где B — основная и дополнительная заработная плата с начислениями органам социального страхования персонала, работающего на этом приборе; $S_{эл}$ — стоимость потребляемой прибором электроэнергии.

Общая величина ежегодных расходов E_a по эксплуатации вновь созданной ЭЦВМ может быть приближенно определена как

$$E_a = \frac{100S_{а.г.н}}{\omega_{а.п}} \frac{\text{руб./год}}{\text{машину}}, \quad (5.60)$$

где $S_{а.г.н}$ — годовая плата за аренду вновь созданной ЭЦВМ, руб./год; $\omega_{а.п}$ — доля арендной платы в общей величине расходов по эксплуатации прежних аналогичных ЭЦВМ, %.

Так, по приводимым в литературе данным, в США $\omega_{а.п} = 35\%$.
Тогда

$$E_a = \frac{100S_{а.г.н}}{35} = 2,86S_{а.г.н}.$$

МЕТОДЫ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СПРОЕКТИРОВАННОГО ПРИБОРА (СИСТЕМЫ)

§ 6.1. Расчет получаемой экономии приведенных затрат и экономической эффективности внедрения нового прибора

Расчет экономии приведенных годовых затрат, получаемой от внедрения нового прибора. Различают расчетный, планируемый и фактический годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве от внедрения нового типа прибора (системы). При определении расчетного экономического эффекта исходят из расчетных значений капитальных вложений, эксплуатационных расходов и годовой производительности вновь создаваемого прибора (системы). Планируемый экономический эффект определяется на базе планируемых затрат и производительности прибора. Фактически полученный в народном хозяйстве экономический эффект исчисляется на основе фактических величин капитальных вложений, эксплуатационных расходов и годовой производительности рассматриваемой модели прибора (системы).

Целью допускать преувеличения годового экономического эффекта. Важное значение имеет тот экономический эффект, получение которого изготовитель прибора гарантирует потребителю. Этот эффект называется гарантийным.

Рассмотрим прежде всего, как рассчитывается годовой экономический эффект от применения прибора нового типа в тех случаях, когда годовая производительность q сравниваемых приборов одинакова:

$$\Delta W_{\text{п.г.э}} = W_{\text{п.г.1}} - W_{\text{п.г.2}} = (E_1 + \varepsilon_{\text{п}} K_1) - (E_2 + \varepsilon_{\text{п}} K_2) \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (6.1)$$

где $\Delta W_{п.г.э}$ — экономия приведенных годовых затрат, получаемая от внедрения одного прибора, $\frac{\text{руб.}/\text{год}}{\text{прибор}}$; $W_{п.г}$ —

приведенные годовые затраты по прибору: прежнего ($W_{п.г1}$) и нового ($W_{п.г2}$) типов; E — годовые расходы по эксплуатации одного прибора: прежнего (E_1) и нового (E_2) типов, $\frac{\text{руб.}/\text{год}}{\text{прибор}}$; K — капитальные вложения в при-

бор: прежнего (K_1) и нового (K_2) типов, руб./прибор; ϵ_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, 1/год¹.

Новый (второй) вариант прибора является экономически эффективным при

$$W_{п.г2} < W_{п.г1} \frac{\text{руб.}/\text{год}}{\text{прибор}}, \quad (6.2)$$

т. е.

$$W_{п.г2} = \min, \quad (6.3)$$

или

$$\Delta W_{п.г.э} = W_{п.г1} - W_{п.г2} > 0. \quad (6.4)$$

Произведение $\epsilon_n K$ в формуле приведенных годовых затрат

$$W_{п.г} = E + \epsilon_n K \frac{\text{руб.}/\text{год}}{\text{прибор}}; \quad (6.5)$$

учитывает тот нормативный чистый доход (прибыль), который теперь уже не может быть получен в другом месте из-за того, что капитальные вложения в размере K руб. отвлекаются (т. е. вкладываются) в данный прибор. Величина $\epsilon_n K$ — это утраченный чистый доход. Он не может быть получен в другом месте из-за того, что капитальные вложения в размере K руб. вложены сюда. Утраченный там чистый доход является для рассматриваемого прибора дополнительными затратами, обусловленными вложениями в него K руб.

¹ Численные значения этого коэффициента утверждаются Госпланом СССР и приводятся в «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений». Действующая сейчас методика утверждена 8 сентября 1969 г. Ею установлена в целом по народному хозяйству величина ϵ_n на уровне не ниже $\epsilon_n = 0,12$ 1/год. В приборостроительной промышленности эта величина установлена сейчас в размере $\epsilon_n = 0,15$ 1/год.

Иногда думают будто условие (6.3) предполагает минимизацию дохода $\epsilon_n K$, который казалось бы надо максимизировать. Но величина $\epsilon_n K$, характеризующая нормативный чистый доход, который теперь не может быть получен в другом месте, выступает для данного прибора в качестве дополнительных затрат. Эти дополнительные затраты можно складывать с ежегодными эксплуатационными расходами E , так как они имеют одинаковую размерность. Нельзя складывать непосредственно величины K и E , так как они разноразмерны. Фактор времени учитывается в формуле (6.5) величиной ϵ_n , позволяющей соизмерять затраты K и E , производимые в разные сроки.

Расчет экономии удельных приведенных затрат, получаемой от прибора нового типа. В тех случаях, когда новый прибор производительнее прежнего ($q_{r2} > q_{r1}$), рассчитывается экономия удельных приведенных затрат

$$\Delta w_{п.у.э} = w_{п.у1} - w_{п.у2} = (e_1 + \epsilon_n k_1) - (e_2 + \epsilon_n k_2) \text{ руб./задачу}, \quad (6.6)$$

где $\Delta w_{п.у.э}$ — экономия удельных приведенных затрат, получаемая от внедрения нового прибора, руб./задачу (или руб./измерение); $w_{п.у}$ — удельные приведенные затраты по приборам прежнего ($w_{п.у1}$) и нового ($w_{п.у2}$) типов; e — удельные эксплуатационные расходы по приборам прежнего (e_1) и нового (e_2) типов, руб./задачу; k — удельные капитальные вложения по приборам прежнего (k_1) и нового (k) типов, $\frac{\text{руб.}}{\text{задачу/год}}$.

Спроектированный прибор (второй вариант) экономически эффективней прежнего при

$$w_{п.у2} < w_{п.у1} \text{ руб./задачу}, \quad (6.7)$$

т. е.

$$w_{п.у2} = \min \text{ руб./задачу}, \quad (6.8)$$

или

$$\Delta w_{п.у.э} = w_{п.у1} - w_{п.у2} > 0. \quad (6.9)$$

Удельные приведенные затраты $w_{п.у}$, приходящиеся на единицу продукции или работы, производимой с помощью рассматриваемого прибора, получаются путем деления приведенных годовых затрат $W_{п.г}$ на его годовую

производительность q_r

$$w_{п.у} = \frac{W_{п.г}}{q_r} = \frac{E}{q_r} + \epsilon_n \frac{K}{q_r} = e + \epsilon_n k \text{ руб./задачу.} \quad (6.10)$$

Они имеют размерность удельных эксплуатационных расходов e .

Расчет показателей экономической эффективности внедрения спроектированного прибора. Если годовая производительность прибора q_r в сравниваемых вариантах одинакова ($q_{r2} = q_{r1}$) и новый прибор позволяет получать экономиию приведенных годовых затрат в размере $\Delta W_{п.г.э}$ руб./год прибор то экономическую эффективность

его внедрения характеризуют величиной ξ относительной экономии приведенных затрат

$$\xi = \frac{\Delta W_{п.г.э}}{W_{п.г1}} \cdot 100 = \frac{W_{п.г1} - W_{п.г2}}{W_{п.г1}} \cdot 100\%. \quad (6.11)$$

Показатель ξ показывает, на сколько процентов теперь уменьшились затраты. В тех случаях, когда годовая производительность приборов q_r в сравниваемых вариантах не одинакова ($q_{r2} > q_{r1}$), и новый прибор позволяет получить экономиию удельных приведенных затрат $\Delta w_{п.у.э}$, его экономическую эффективность характеризуют относительной экономией ξ_y этих затрат

$$\xi_y = \frac{\Delta w_{п.у.э}}{w_{п.у1}} \cdot 100 = \frac{w_{п.у1} - w_{п.у2}}{w_{п.у1}} \cdot 100\%. \quad (6.12)$$

Расчет экономии приведенных затрат, связанных как с расходами на оборудование при изготовлении приборов, так и с их эксплуатацией. Иногда в сравниваемых вариантах конструкции рассматриваемого прибора используется разное оборудование для его изготовления, т. е. имеют место различные капитальные вложения, связанные с его созданием, и разные расходы по эксплуатации этого прибора (системы) у потребителя. Так, новая серия ЭЦВМ может требовать полного обновления производственных линий, новых средств математического обеспечения и новой техники обслуживания. Возникает поэтому вопрос, как отразить в показателе приведенных годовых затрат оба эти обстоятельства: различие оборудования,

используемого при изготовлении прибора, и различие расходов по его эксплуатации.

При решении этой задачи надо вначале рассчитать удельные приведенные затраты $w_{п.у.п}$ на производство этого прибора:

$$w_{п.у.п} = e_{п} + \epsilon_{п} k_{п} \text{ руб./прибор}, \quad (6.13)$$

где $e_{п}$ — удельные эксплуатационные расходы завода-изготовителя, связанные с выпуском одного прибора, руб./прибор; $k_{п}$ — удельные капитальные вложения в оборудование приборостроительного завода, связанные с производством одного прибора, $\frac{\text{руб.}}{\text{прибор/год}}$.

Удельные приведенные затраты $w_{п.у.п}$ являются в то же время капитальными вложениями $K_{экс}$ у потребителя, эксплуатирующего рассматриваемый прибор:

$$K_{экс} = w_{п.у.п} = e_{п} + \epsilon_{п} k_{п} \text{ руб./прибор}. \quad (6.14)$$

Ведь для потребителя, эксплуатирующего рассматриваемый прибор, его стоимость является капитальными вложениями $K_{экс}$. Потребитель приобретает этот прибор, вкладывая в него $K_{экс}$ руб. Продаются же ему эти приборы по оптовой цене, соответствующей величине $w_{п.у.п}$, т. е. удельным приведенным затратам в их производстве.

Приведенные годовые затраты $W_{п.г.экс}$ у потребителя этого прибора составляют

$$W_{п.г.экс} = E_{экс} + \epsilon_{п} K_{экс} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (6.15)$$

где $E_{экс}$ — годовые расходы по эксплуатации одного прибора, $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$.

Следовательно,

$$\begin{aligned} W_{п.г.экс} &= E_{экс} + \epsilon_{п} K_{экс} = \\ &= E_{экс} + \epsilon_{п} (e_{п} + \epsilon_{п} k_{п}) \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \end{aligned} \quad (6.16)$$

Удельные приведенные затраты $w_{п.у.п}$ завода-изготовителя интересующего нас прибора можно рассматри-

вать в качестве его расчетной цены z_p

$$z_p = w_{п.у.п} = e_n + \epsilon_n k_n \text{ руб./прибор.} \quad (6.17)$$

Поэтому приведенные годовые затраты $W_{п.г.экс}$, связанные с эксплуатацией этого прибора, можно представить как

$$\begin{aligned} W_{п.г.экс} &= E_{экс} + \epsilon_n (e_n + \epsilon_n k_n) = \\ &= E_{экс} + \epsilon_n z_p \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}. \end{aligned} \quad (6.18)$$

Последняя величина $W_{п.г.экс}$ учитывает различие как в оборудовании для изготовления этого прибора, так и в расходах по его эксплуатации. Наиболее эффективным вариантом в рассматриваемом случае будет тот, у которого

$$W_{п.г.экс} = \min. \quad (6.19)$$

В выражении

$$W_{п.г.экс} = E_{экс} + \epsilon_n z_p \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$$

капитальные вложения $K_{экс}$ представляют собой расчетную цену прибора $K_{экс} = z_p$. При этом цена эта z_p учитывает капитальные вложения в оборудование приборостроительного завода в виде слагаемого $\epsilon_n k_n$.

Обозначения $K_{экс}$, $E_{экс}$ и $W_{п.г.экс}$ показывают, что все эти величины рассчитаны применительно к сфере эксплуатации, так как экономическая эффективность внедрения нового прибора определяется именно в сфере эксплуатации. В других разделах данной книги в целях упрощения эти величины обозначены без индекса «экс», т. е. K , E и $W_{п.г.}$, под которыми понимается именно $K_{экс}$, $E_{экс}$ и $W_{п.г.экс}$.

Расчет экономии приведенных затрат за период нормативного срока окупаемости. Иногда рассчитывают экономию затрат, обеспечиваемую новым прибором, как

$$\begin{aligned} \Delta W_{п.с.э} &= W_{п.с1} - W_{п.с2} = \\ &= (K_1 + \tau_n E_1) - (K_2 + \tau_n E_2) \text{ руб./прибор,} \end{aligned} \quad (6.20)$$

где $\Delta W_{п.с.э}$ — обеспечиваемая прибором нового типа экономия приведенных затрат за период нормативного срока окупаемости, руб./прибор; $W_{п.с}$ — приведенные затраты за период нормативного срока окупаемости по прибору.

рам: прежнему ($W_{п.с1}$) и новому ($W_{п.с2}$), руб./прибор;
 K — капитальные вложения по прежнему (K_1) и новому (K_2) приборам, руб./прибор; E — годовые расходы по эксплуатации прежнего (E_1) и нового (E_2) приборов, руб./год;
 τ_n — нормативный срок окупаемости дополни-

тельных вложений, лет¹.

При использовании этого показателя новый (второй) вариант прибора экономически эффективней прежнего (первого) при

$$W_{п.с2} < W_{п.с1} \text{ руб./прибор,} \quad (6.21)$$

т. е.

$$W_{п.с2} = \min \text{ руб./прибор,} \quad (6.22)$$

или

$$\Delta W_{п.с.э} = W_{п.с1} - W_{п.с2} > 0. \quad (6.23)$$

Величина

$$W_{п.с} = K + \tau_n E \text{ руб./прибор} \quad (6.24)$$

представляет собой одно из преобразований формулы (6.5) приведенных годовых затрат $W_{п.г}$. В самом деле, если обе части формулы (6.5) умножить на

$$\tau_n = \frac{1}{\varepsilon_n}, \text{ то получим:}$$

$$W_{п.с} = W_{п.г} \tau_n = K + \tau_n E \text{ руб./прибор.} \quad (6.25)$$

Если новый (второй) вариант прибора обеспечивает экономию $\Delta W_{п.с.э}$ приведенных затрат за период нормативного срока окупаемости, то его экономическую эффективность характеризуют величиной относительной экономии ξ' этих затрат

$$\xi' = \frac{\Delta W_{п.с.э}}{W_{п.с1}} \cdot 100 = \frac{W_{п.с1} - W_{п.с2}}{W_{п.с1}} \cdot 100\%. \quad (6.26)$$

На базе величины $W_{п.с}$ могут быть получены удельные приведенные затраты $w'_{п.у}$

$$w'_{п.у} = \frac{W_{п.с}}{q_r} = \frac{K}{q_r} + \tau_n \frac{E}{q_r} = k + \tau_n e \frac{\text{руб.}}{\text{задачу/год}}. \quad (6.27)$$

¹ В «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений», утвержденной 8 сентября 1969 г., в целом по народному хозяйству эта величина установлена не выше $\tau_n = 8$ лет. В приборостроительной промышленности она составляет сейчас $\tau_n = 6,6$ года.

Эти удельные затраты $\omega'_{п.у}$ имеют размерность удельных капитальных вложений. Когда используют этот показатель, то наилучшим является тот вариант прибора, у которого

$$\omega'_{п.у} = \min. \quad (6.28)$$

Экономическую эффективность второго варианта прибора в этом случае характеризуют относительной экономией $\xi'_у$ этих удельных затрат

$$\xi'_у = \frac{\Delta' \omega'_{п.у.э}}{\omega'_{п.у1}} \cdot 100 = \frac{\omega'_{п.у1} - \omega'_{п.у2}}{\omega'_{п.у1}} \cdot 100\% \quad (6.29)$$

В последнее время некоторыми авторами в качестве критерия для выбора прибора предлагается минимум суммарных затрат $W_{с.с}$ за весь срок его службы.

$$W_{с.с} = K + T_c E \text{ руб./прибор,}$$

где $W_{с.с}$ — суммарные затраты за весь срок службы прибора, руб./прибор; K — капитальные вложения в этот прибор, руб./прибор; E — годовые расходы по его эксплуатации, $\frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}$; T_c — срок службы этого прибора, лет.

Между тем минимум величины $W_{с.с}$ не может служить критерием для выбора экономически наиболее эффективного варианта прибора. В этой формуле непосредственно складываются разноразмерные величины: капитальные вложения K с эксплуатационными расходами E за все время T_c службы данного прибора. Тем самым в этом выражении не делается различий между затратами K и E , производимыми в разные сроки. Ведь для народного хозяйства не безразлично, когда производятся затраты. Каждый рубль, который надо затратить сегодня в виде капитальных вложений K , не равноценен тому рублю, который может быть израсходован только в будущем, в виде расходов по эксплуатации E . Естественно, что каждый рубль сегодня (в виде K) обществу труднее расходовать, чем в будущем (в виде E), когда оно будет значительно богаче.

Внешне формула для $W_{с.с}$ напоминает выражение (6.24) — приведенные затраты $W_{п.с}$ за период норматив-

ного срока окупаемости. Но показатель $W_{п.с}$ не отрицает формулы (6.5) приведенных годовых затрат $W_{п.г}$, коэффициента эффективности ϵ и срока окупаемости τ дополнительных капитальных вложений. Формула же минимума затрат $W_{с.с}$ за срок службы прибора отрицает их.

§ 6.2. Методы расчетов экономической эффективности приборов, дающих качественно новый эффект

Качественно новый эффект, который может быть получен от некоторых видов приборов. *В ряде случаев созданный прибор позволяет получить принципиально иной эффект, удовлетворяя качественно новые потребности общества.* Тогда для выбора наиболее эффективного варианта далеко не всегда удастся ограничиться одними только денежными показателями приведенных затрат $W_{п.г}$ или $w_{п.у}$.

Новый прибор может позволить решать такие задачи, которые с помощью прежнего нельзя было решать; решаются, но хуже; решаются, но дороже; решаются, но хуже и дороже. Так, с помощью искусственных спутников связи можно решать ряд задач, которые были либо вовсе недоступны кабельным системам, либо решаются ими хуже и дороже. В число таких задач входят: навигация и управление воздушным движением; связь с самолетами, кораблями, подвижными наземными станциями; связь через обширные водные пространства или через слабо освоенные области суши; радио- и телевизионное вещание в малонаселенных районах. В подобных случаях возникает необходимость учитывать в сравниваемых вариантах приборов помимо затрат еще и качественные различия получаемого от них эффекта, т. е. разный состав решаемых с их помощью задач.

В состав экономического эффекта A от внедрения нового типа прибора может входить не только экономия затрат общественного труда, но и удовлетворение качественно новых потребностей общества (например, возможность получения цветного изображения на экранах телевизоров или осуществления более точных измерений каких-либо явлений); улучшение качества продукции или услуг (например, улучшение качества цветного изображения на экранах телевизоров, благодаря применению новой трубки, обеспечивающей большую яркость и конт-

растность изображения); улучшение техники безопасности, условий, облегчение и рациональное изменение характера труда рабочих, а также повышение культуры производства; улучшение здравоохранения, в том числе — приобщение к труду лиц, которые раньше из-за каких-либо физических недостатков не могли заниматься им; ускорение и повышение качества обучения кадров; решение новых научных задач, укрепление обороноспособности страны и некоторые другие составляющие.

Нельзя, например, выразить в деньгах эффект от применения ускорителей в онкологических клиниках. Здесь они стоят на страже здоровья людей. То же самое относится и к созданию искусственного сердца, которое должно будет вживляться в организм человека и управляться логическими вычислительными схемами.

Наступит день, когда хирурги будут широко применять его для замены больного сердца. Решение этой задачи связано с нахождением источника энергии от 10 до 20 вт, необходимого для питания такого имплантированного насоса.

На протяжении ряда лет усилия многих исследователей и разработчиков направлены на создание читающей машины для слепых, которая могла бы просмотреть рукописный или обычный печатный текст, распознать его и, наконец, закодировать полученные буквенные последовательности в такую форму сообщения, которая может быть воспринята не с помощью зрения, а другими органами чувств. Получаемому от этого эффекту тоже невозможно дать денежную оценку.

Автоматизация испытаний изготавливаемой продукции позволяет не только экономить затраты труда, но и повысить качество испытаний (их точность и надежность), исключая влияние нестабильных субъективных факторов, сказывающихся на результатах при ручных испытаниях.

Экономия затрат является основным преимуществом применения коллективных телевизионных антенн. Стоимость ввода от коллективной телевизионной антенны составляет $\frac{1}{3}$ стоимости ввода от антенны индивидуального пользования. Но в то же время экономия затрат является не единственным их преимуществом. Коллективные антенны имеют и существенное эстетическое преимущество — устранение антенных «лесов» на крышах зданий.

Внедрение развитых форм автоматизации, помимо экономии затрат, способствует уменьшению доли неквалифицированного труда и повышению квалифицированного, в котором, помимо профессиональных навыков, необходима определенная научно-техническая подготовка. Так, обслуживание станков с программным управлением связано со знанием некоторых разделов математики, электроники и других дисциплин. Доля на производстве работников с повышенной интеллектуальной подготовкой при внедрении таких станков увеличивается.

Использование самолетов вертикального и короткого взлета и посадки сократит время воздушных перевозок на короткие расстояния, так как при этом пассажиры могут непосредственно доставляться из центра одного города в другой без использования наземного транспорта. Кроме того, эти самолеты позволяют экономить время при доставке пассажиров из аэропортов дальних воздушных линий в центр города и обратно. Большое значение уделяется сейчас также уменьшению шума реактивных транспортных дозвуковых самолетов.

Встает поэтому вопрос о том, как определять в таких случаях экономическую эффективность создаваемого прибора (системы). Ниже будет рассмотрено несколько подходов к решению таких задач. Их наличие обуславливается сложностью этих задач. Каждый из рассматриваемых ниже методов удастся применить только в определенных случаях.

Изменение количества приборов в системе для одинакового решения ею технических задач. В некоторых случаях бывает достаточно просто изменить количество каких-либо приборов, с тем чтобы в каждом варианте обеспечивалось одинаковое решение системой ее технических (эксплуатационных) задач. Допустим, сравнивается два типа студийной передающей телевизионной аппаратуры с количеством передающих камер n_k в каждом: $n_{k1}=9$; $n_{k2}=16$. Перед сопоставлением затрат оба эти варианта нужно уравнивать по количеству камер n_k . Для этого к оборудованию первого варианта надо добавить $n_{k,y}=7$ камер. Соответственно к капитальным вложениям по первому варианту K_1 надо прибавить стоимость семи передающих камер K_y , вместе со стоимостью занимаемой ими площади телецентра, а к эксплуатационным расходам E_1 — затраты E_y , связанные с их использо-

ванием. Тогда можно сопоставить приведенные годовые затраты по этим вариантам студийной аппаратуры, уравненным по количеству передающих камер:

$$\begin{aligned} W'_{п.г1} &= [(E_1 + E_y) + \epsilon_n (K_1 + K_y)] \geq W_{п.г2} = \\ &= E_2 + \epsilon_n K_2 \frac{\text{руб./год}}{\text{телецентр}}, \end{aligned} \quad (6.30)$$

где $W'_{п.г1}$ — приведенные годовые затраты по первому варианту, уравненному по количеству передающих камер со вторым; $W_{п.г2}$ — приведенные годовые затраты по второму варианту.

Если создаваемый прибор нового типа решает задачи, которые до этого решались посредством нескольких приборов прежнего типа, то приведенные годовые затраты $W_{п.г2}$ по новому прибору надо сопоставлять с величиной

$$W_{п.г2} \geq n_{п1} W_{п.г1} \frac{\text{руб./год}}{\text{одинаковый комплекс задач}}, \quad (6.31)$$

где $n_{п1}$ — количество приборов прежнего типа, потребное для решения того же комплекса задач, которое теперь решается с помощью одного нового прибора; $W_{п.г1}$ — приведенные годовые затраты по одному прибору прежнего типа.

Другой разновидностью подобного расчета является сопоставление

$$W_{п.г2} \leq W_{п.г1} + W'_{п.г1}, \quad (6.32)$$

где $W''_{п.г1}$ — приведенные годовые затраты по добавленным к первому варианту приборам, позволяющим уравнять решаемые в обоих сопоставляемых вариантах задачи.

В некоторых случаях может понадобиться привести сравниваемые варианты приборов к одинаковому объему производимой с их помощью продукции. Тогда менее производительных приборов потребуется большее количество. Однако очень часто в таком уравнивании вариантов нет надобности. Ведь при различии годовой производительности q_r приборов можно сопоставлять не абсолютные, а удельные измерители затрат. Этим ведь и учитывается различие в годовой производительности сопоставляемых приборов.

Уравнивание вариантов приборов по какому-либо параметру. Иногда удается уравнивать варианты по тому параметру, который обеспечивает получение качественно нового эффекта. В табл. 6.1 приведены показатели по сравниваемым вариантам приборов.

Таблица 6.1

Показатели по двум вариантам прибора

Наименование показателей	1-й вариант конструкции (прежний)	2-й вариант конструкции (новый)
Существенный качественный параметр прибора (в данном примере — точность измерения)	$A_{п1}$	$A_{п2}$
Капитальные вложения	K_1	K_2
Эксплуатационные расходы	E_1	E_2
Приведенные годовые затраты	$W_{п.г1} = E_1 + \epsilon_n K_1$	$W_{п.г2} = E_2 + \epsilon_n K_2$

По сравнению с прежней (первой) конструкцией затраты у нового прибора возросли

$$K_2 > K_1; \quad (6.33)$$

$$E_2 > E_1; \quad (6.34)$$

$$W_{п.г2} = E_2 + \epsilon_n K_2 > W_{п.г1} = E_1 + \epsilon_n K_1. \quad (6.35)$$

Но это еще не говорит о его несовершенстве. Зато у него повысился такой существенный параметр, как точность измерения

$$A_{п2} > A_{п1}. \quad (6.36)$$

Было бы неправильно полагать, будто новая модель прибора менее совершенна прежней только потому, что она требует больших приведенных годовых затрат

$$W_{п.г2} > W_{п.г1},$$

т. е.

$$W_{п.г1} = \min.$$

Ведь у прежнего, более дешевого прибора и точность измерения тоже ниже

$$A_{п1} < A_{п2}.$$

Поэтому при оценке экономической эффективности новой конструкции прибора необходимо учесть оба названных обстоятельства. Это достигается в некоторых случаях уравниванием сопоставляемых конструкций прибора по численному значению этого параметра (в данном случае — точность измерения). Для этого к капитальным вложениям K в первом варианте менее точного прибора добавляют вложения ΔK_y на создание такой более сложной измерительной схемы, с помощью которой и в этом варианте можно было бы получить более высокую точность измерения $A_{п2}$. Одновременно к эксплуатационным расходам E_1 надо добавить затраты ΔE_y , обусловленные тем, что само измерение с точностью $A_{п2}$ при использовании первого прибора потребует больше времени, а следовательно, и больших денежных затрат. *Приведенные годовые затраты по уравненным по численному значению рассматриваемого параметра $A_{п2}$ вариантам составят:*

$$W'_{п.г1} = [(E_1 + \Delta E_y) + \varepsilon_n (K_1 + \Delta K_y)] \leq W_{п.г2} = \\ = E_2 + \varepsilon_n K_2 \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор, решающий одинаковые качественные задачи}}, \quad (6.37)$$

где $W'_{п.г1}$ — приведенные годовые затраты по первой конструкции прибора, уравненной по точности измерения с новой моделью.

Таким образом, выбор наиболее эффективного варианта прибора можно осуществить на основе подобного сопоставления затрат. Различие в численном значении качественного параметра здесь будет тогда полностью учтено в затратах.

Другой пример. Информация, записанная в запоминающих устройствах (ЗУ) на интегральных схемах, обычно теряется при выключении электропитания. Поэтому при сопоставлении капитальных вложений на эти ЗУ с ЗУ на ферритовых сердечниках надо дополнительно учесть стоимость резервного батарейного питания. Тогда капитальные вложения по уравненным по своему эффекту вариантам ЗУ могут быть сопоставлены так:

$$z_{ЗУ иф} + z_{б.п} \leq z_{ЗУ ф.с}; \quad (6.38)$$

где $z_{3y \text{ ис}}$ — цена ЗУ на интегральных схемах; $z_{б.п}$ — цена резервного батарейного питания; $z_{3y \text{ ф.с}}$ — цена ЗУ на ферритовых сердечниках.

По каким техническим параметрам следует уравнивать сопоставляемые варианты прибора? Иногда думают, что надо уравнивать все технические параметры. Это грубая ошибка. Преимущества подавляющего большинства, а нередко и всех параметров создаваемого прибора, находят свое полное выражение в денежном расчете экономии приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э}$. Именно в том и состоит ценность экономического расчета, что в одном показателе — экономии приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э}$ — обобщается различие подавляющего большинства, а иногда и всех параметров вновь создаваемого прибора.

Вот почему в каждом случае надо стремиться правильно отразить в денежном экономическом расчете различие всех тех параметров прибора нового типа, которым может быть дана денежная оценка. Может показаться, что в экономическом расчете не найдет отражения улучшение такого параметра, как уменьшение веса авиационных или судовых приборов. Между тем такой фактор можно количественно оценить в денежном выражении. Для этого надо рассчитать дополнительный годовой чистый доход (прибыль), получаемый за счет возможности перевозки благодаря уменьшению веса приборов дополнительного полезного груза.

По каким же параметрам надо уравнивать варианты приборов? Надо ли, например, уравнивать сопоставляемые варианты ЭЦВМ по быстродействию? Нет, не надо. Если новая ЭЦВМ характеризуется более высоким быстродействием, то это найдет свое полное выражение в обеспечиваемой ею экономии удельных приведенных затрат $\Delta w_{п.у.э}$ (руб./задачу) по формуле (6.6).

Надо ли уравнивать варианты приборов по уровню их надежности? В очень многих случаях целью повышения надежности прибора является экономия приведенных затрат. Поэтому в таких случаях не надо уравнивать варианты по уровню надежности. Различие в надежности и найдет свое выражение в денежных затратах. Более надежный прибор обеспечит экономию удельных приведенных затрат $\Delta w_{п.у.э}$ по формуле (6.6).

Во всех случаях, когда улучшение каких-либо технических параметров прибора (например, быстродействия или надежности) находит свое выражение в экономии приведенных затрат, нет надобности уравнивать сопоставляемые приборы по этому параметру. Это противоречило бы самому смыслу экономического расчета. Цель экономического расчета и состоит как раз в том, чтобы обобщить в денежных показателях затрат различие технических параметров приборов. Именно ради этого и производится экономический расчет.

К уравниванию вариантов по каким-либо техническим параметрам надо прибегать только в тех случаях, когда различие параметров позволяет получить качественно новый эффект, которому не может быть дана обычная денежная оценка. В таких случаях, кроме приведенных затрат, по сравниваемым вариантам приходится обязательно учитывать еще и различие в численном значении какого-либо технического параметра. Для того чтобы сделать возможным в этих условиях сопоставление одних только затрат, бывает целесообразно предварительно уравнивать варианты по этому параметру.

Нужно только иметь в виду, что далеко не всегда такое уравнивание практически удастся осуществить. Это обуславливается тем, что иногда невозможно достигнуть того значения рассматриваемого параметра (например, точности прибора), который удалось получить в новейшей конструкции. Поэтому в подобных случаях преимущества нового прибора не могут быть оценены обычным показателем экономии приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э}$ (или $\Delta w_{п.у.э}$).

Расчет относительной эффективности затрат на улучшение параметра прибора. Если у прибора нового типа улучшается величина какого-либо эксплуатационного параметра, имеющего важное самостоятельное значение (например, точность лабораторного прибора или качество изображения на экране телевизора), а уравнивать конструкции по численному значению этого параметра не удастся, то целесообразно исчислить показатель относительной эффективности ε_0 дополнительных затрат, связанных с улучшением этого параметра в новой конструкции

$$\varepsilon_0 = \frac{\Delta A_{п.у}}{\Delta W_{п.г.д}}, \quad (6.39)$$

где $\Delta A_{п.у}$ — улучшение рассматриваемого эксплуатационного параметра (в % к первоначальному значению его у прежнего прибора); $\Delta W_{п.г.д}$ — относительное увеличение приведенных годовых затрат на улучшение этого параметра (в % к их первоначальной величине).

Улучшение рассматриваемого параметра $\Delta A_{п.у}$ будет оправдано при

$$\epsilon_0 > \epsilon_{0.п}, \quad (6.40)$$

где $\epsilon_{0.п}$ — норма относительной эффективности дополнительных затрат, связанных с улучшением рассматриваемого параметра.

Предельно допустимые значения величины $\epsilon_{0.п}$ должны устанавливаться применительно к тем или иным параметрам различных видов приборов на базе изучения фактического материала. Но и там, где еще сегодня нет нормативов $\epsilon_{0.п}$, расчет показателя ϵ_0 очень часто сразу позволяет выявить те случаи, когда новая конструкция явно эффективна (величина ϵ_0 очень велика, т. е. гораздо больше единицы), или не эффективна (величина ϵ_0 очень мала, т. е. гораздо меньше единицы).

Расчет дополнительной прибыли от реализации изготовленных с помощью нового прибора изделий повышенного качества. В некоторых случаях новый прибор (система) позволяет повысить качество изготавливаемых с его помощью изделий (или услуг). Если это повышение качества нашло правильное отражение в цене изделий (или услуг), то можно подсчитать дополнительную прибыль, которая благодаря этому будет получена. Например, дополнительная прибыль, приносимая самолетом, от сокращения времени полета пассажиров составит:

$$\Delta D_{г.д} = n_{д.л} n_{п.с} (s_{с.в} \Delta t_{э.р} N_{п.р} - \Delta e_{п.д} l_{с.р}) \frac{\text{руб./год}}{\text{самолет}}, \quad (6.41)$$

где $\Delta D_{г.д}$ — дополнительный чистый доход, приносимый самолетом $\frac{\text{руб./год}}{\text{самолет}}$; $n_{д.л}$ — количество дней в течение го-

да, когда самолет совершает рейсы; $n_{п.с}$ — количество полетов, совершаемых самолетом в сутки; $s_{с.в}$ — принятая в этом расчете стоимостная оценка одного часа сэкономленного времени пассажира, которую он готов заплатить в виде надбавки к прежнему тарифу, руб./пас-

сажиро-ч; $\Delta t_{э.р}$ — экономия времени одного пассажира за один рейс, *ч/пассажира*; $N_{п.р}$ — среднее число пассажиров, перевозимых за один рейс; $\Delta e_{п.д}$ — дополнительные прямые удельные эксплуатационные расходы по новому типу самолета, по сравнению с прежним, *руб./км*; $l_{с.р}$ — средняя дальность одного рейса, *км/рейс*.

Срок окупаемости $\tau_{ц.с}$ дополнительных капитальных вложений ΔK_d в сверхзвуковой самолет дополнительным чистым доходом $\Delta D_{г.д}$, получаемым от его эксплуатации, составит:

$$\tau_{ц.с} = \frac{\Delta K_d}{\Delta D_{г.д}} \text{ лет.} \quad (6.42)$$

Если же с помощью нового прибора выпускаются изделия более высокого качества, которые продаются по повышенной цене, то получаемая от их реализации дополнительная прибыль составит:

$$\Delta D_{г.д} = (z_{и.в} - c_{и.в}) q_{г.в} - (z_{и.н} - c_{и.н}) q_{г.н} \frac{\text{руб./год}}{\text{прибор}}, \quad (6.43)$$

где $z_{и.в}$ и $z_{и.н}$ — цена одного изделия: высокого качества ($z_{и.в}$), выпускаемого с помощью нового прибора, и более низкого качества ($z_{и.н}$), изготовлявшегося посредством прибора прежней модели, *руб./шт*; $c_{и.в}$ и $c_{и.н}$ — себестоимость одного изделия: высокого качества ($c_{и.в}$) и низкого качества ($c_{и.н}$), изготовляемого с помощью приборов сравниваемых типов, *руб./шт.*; $q_{г.в}$ и $q_{г.н}$ — годовая производительность одного прибора: нового ($q_{г.в}$) и прежнего ($q_{г.н}$) типов, с помощью которых выпускаются изделия разного качества.

Если цены нового прибора $z_{п2}$, выпускающего продукцию повышенного качества, и $z_{п1}$ — прежнего, изготовляющего продукцию более низкого качества, причем $z_{п2} > z_{п1}$, то срок окупаемости $\tau_{ц.п}$ дополнительных капитальных вложений ΔK_d в прибор нового типа дополнительной прибылью ΔD_d , получаемой от реализации по оптимальным ценам изготовленной с его помощью продукции, составит:

$$\tau_{ц.п} = \frac{\Delta K_d}{\Delta D_d} = \frac{z_{п2} - z_{п1}}{\Delta D_d} \text{ лет.} \quad (6.44)$$

Величина $\tau_{ц.п}$ является обратной дополнительной рентабельности дополнительных капитальных

вложений Δp_k в рассматриваемый прибор (систему):

$$\Delta p_k = \frac{1}{\tau_{ц.п}} = \frac{\Delta D_d}{\Delta K_d} \text{ 1/год.} \quad (6.45)$$

Результат расчета зависит от того, насколько правильно были установлены цены $z_{и.в}$ и $z_{и.п}$ на изготавливаемые с помощью этих приборов изделия. Если, например, цена $z_{и.п}$ была завышена, то это скажется на увеличении $\tau_{ц.п}$. В данном расчете

$$\tau_{ц.п} = \tau_{ц.п}(z_{и}), \quad (6.46)$$

где $z_{и}$ — оптовая цена изделия, изготавливаемого с помощью рассматриваемого прибора.

Сопоставление улучшения качественных параметров с возрастанием затрат. Иногда приходится сопоставлять несколько вариантов приборов (систем), каждый из которых характеризуется своими качественными преимуществами. Уравнять такие варианты по качественным характеристикам не удастся, поэтому первый способ расчета здесь не применим. Параметров, которыми различаются эти варианты, бывает несколько, поэтому и вторым способом расчета (исчисление показателя ϵ_0) воспользоваться нельзя. Не различается и цена продукции, изготавливаемой с помощью этих приборов. Поэтому и последний метод тоже не применим.

В таких случаях вначале сопоставляют все качественные параметры и находят вариант, в котором их сочетание является наилучшим. После этого по всем рассматриваемым вариантам сопоставляют приведенные годовые затраты $W_{п.г}$ и определяют вариант с наименьшими затратами. *В заключение делается обобщающий вывод о том, какой из вариантов обеспечивает наилучшее сочетание качественных параметров и затрат.* При этом приходится взвешивать, насколько лучше у этого варианта соответствующие качественные параметры и в какой степени у него возрастают приведенные годовые затраты.

Надо иметь в виду, что, к сожалению, на практике пока еще далеко не всегда удастся математически решать все технико-экономические задачи. Поэтому важная роль в выборе окончательного варианта прибора принадлежит и разнообразным методам качественного технико-экономического анализа.

§ 6.3. Методы исследования зависимости экономической эффективности спроектированного прибора от различных факторов

Факторы, влияние которых надо исследовать. После того, как рассчитана экономическая эффективность внедрения нового прибора, необходимо проанализировать способы и формы его наиболее эффективного использования, чтобы получить лучший экономический результат от внедрения созданного прибора. Каждый тип прибора имеет свои преимущества, свою сферу наиболее эффективного применения. Кроме того, он может конкурировать с другими видами приборов в смежных областях. Вот почему важно правильно установить области экономически эффективных применений вновь созданного прибора.

Под факторами, влияющими на экономическую эффективность применения созданного прибора, понимается изменение условий, не зависящих от самого прибора. К их числу относятся:

уровень загрузки этого прибора (продолжительность его работы T_p в течение года или количество q производимых с его помощью за год изделий)

$$\varepsilon = \varepsilon(T_p); \quad (6.47)$$

или

$$\varepsilon = \varepsilon(q); \quad (6.48)$$

изменение цен z_k на отдельные материалы и компоненты, используемые при его изготовлении

$$\varepsilon = \varepsilon(z_k); \quad (6.49)$$

изменение цен z_a на отдельные элементы его эксплуатационных расходов

$$\varepsilon = \varepsilon(z_a); \quad (6.50)$$

условия E эксплуатации этого прибора

$$\varepsilon = \varepsilon(E). \quad (6.51)$$

Исследование зависимости эффективности нового прибора от степени его загрузки. Прежде всего надо определить, при каком числе часов использования в течение года (T_p) или при каком объеме изготавливаемой с помощью этой аппаратуры продукции (q) ее применение будет

эффективным. Так, ЭЦВМ оправдывают свою стоимость только в том случае, если они почти все время работают. Увеличение эффективности их внедрения достигается не только благодаря новым достижениям в области вычислительной техники, но и в результате круглосуточной эксплуатации ЭЦВМ. По приводимым в литературе данным, в США ЭЦВМ работают в среднем 22 ч в сутки. Создание вычислительных систем общего назначения, работающих с разделением времени, позволяет заметно увеличить загрузку ЭЦВМ, а следовательно, и повысить экономическую эффективность их эксплуатации.

Станки с цифровым программным управлением в 1,5—6 раз дороже универсальных токарных. Поэтому возможно полное использование таких станков имеет очень важное значение для повышения их эффективности.

Не всеми предприятиями и организациями может быть полностью использована производительность спроектированного прибора. Поэтому важно знать, *при каком уровне использования применение его становится экономически эффективным*. Решить этот вопрос наиболее целесообразно графическим путем. Для этого нужно рассчитать сроки окупаемости τ дополнительных капитальных вложений в новый прибор для нескольких разных значений количества фактически производимой с его помощью продукции q или работы в год. На основе этих данных может быть построен график (рис. 6.1):

$$\tau = \tau(q). \quad (6.52)$$

Из точки нормативного срока окупаемости τ_n проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения ее с кривой $\tau = \tau(q)$. Из точки пересечения опускают перпендикуляр на ось абсцисс, который делит график на две части. Справа от перпендикуляра находится то количество продукции $q > q_0$ или работы, при котором применение прибора нового типа является экономически эффективным. При меньшей загрузке $q < q_0$ (область слева от перпендикуляра) применение нового прибора является неэффективным.

Представляет также интерес изучение зависимости себестоимости c изделия при различных способах его изготовления и разном количестве одновременно производимых изделий Q_n (рис. 6.2).

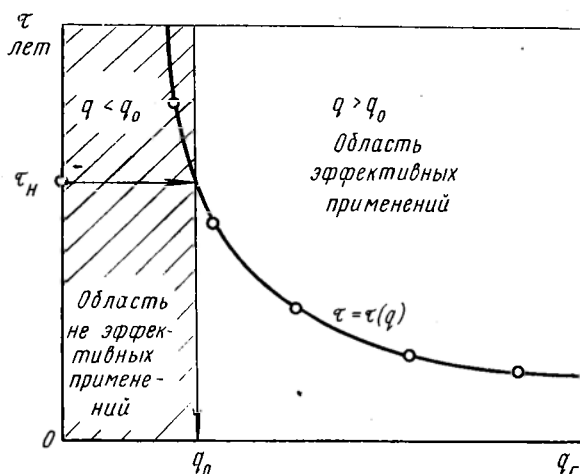


Рис. 6.1. Исследование зависимости экономической эффективности созданного прибора от количества q производимой с его помощью продукции:

τ — срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в этот прибор; τ_n — нормативный срок окупаемости; q_r — годовая производительность этого прибора

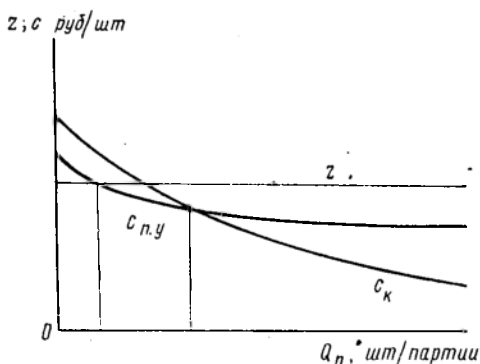


Рис. 6.2. Сравнение цены z детали с себестоимостью $c_{п.у}$ ее изготовления на станке с цифровым программным управлением и c_k — на универсальных станках, работающих по копиру, в зависимости от количества одновременно изготавливаемых деталей

Исследование зависимости эффективности нового прибора от цен на материалы и компоненты. Важно также исследовать зависимость экономической эффективности ε созданного прибора от изменения в наиболее вероятных пределах цен z_k на отдельные материалы и компоненты, используемые для его изготовления: $\varepsilon = \varepsilon(z_k)$. В этих целях необходимо делать прогноз изменения себестоимости и цен рассматриваемых материалов, деталей и компонентов.

Экономическая эффективность $\varepsilon_{\text{э.п}}$ самых различных видов электронных приборов теперь в очень большой степени зависит от того, какие цены $z_{\text{и.с}}$ действуют сейчас и будут действовать в будущем на интегральные схемы:

$$\varepsilon_{\text{э.п}} = \varepsilon_{\text{э.п}}(z_{\text{и.с}}). \quad (6.53)$$

Так, первая полупроводниковая интегральная схема, которая появилась в продаже в 1960 г., стоила 450 долл. В 1970 г. цифровые ИС продавались уже в среднем по 1 долл. По мере быстрого роста выпуска и удешевления интегральных схем увеличивается их доля в общем объеме производства полупроводниковых приборов. Так, к концу 1969 г. в США интегральные схемы всех видов составили примерно 44% от общего объема продажи полупроводниковых приборов.

Важно исследовать, как будет изменяться экономическая эффективность созданного прибора под влиянием снижения цен на интегральные схемы.

В области ЗУ ЭЦВМ пока доминируют ферритовые сердечники, несмотря на непрерывное усовершенствование ЗУ на цилиндрических магнитных пленках и полупроводниковых ЗУ. Экономическая эффективность ЗУ на ферритовых сердечниках в большой степени зависит от цен $z_{\text{ф.с}}$ на эти сердечники

$$\varepsilon_{\text{ЗУ ф.с}} = \varepsilon_{\text{ЗУ ф.с}}(z_{\text{ф.с}}). \quad (6.54)$$

В течение последних 10 лет удельные цены ЗУ на ферритовых сердечниках, приходящиеся на 1 бит, снизились в 50 раз.

Пока стоимость полупроводниковых ЗУ еще не достигла такого уровня, который позволил бы им успешно конкурировать с запоминающими устройствами большой емкости на ферритовых сердечниках. Но именно к этой

цели направлены усилия по разработке больших интегральных схем (БИС).

Нередко возникает вопрос об экономической эффективности применения для изготовления деталей прибора новых материалов, которые еще только осваиваются в производстве и объем выпуска которых еще очень мал. Естественно, что в начальный период освоения новые ма-

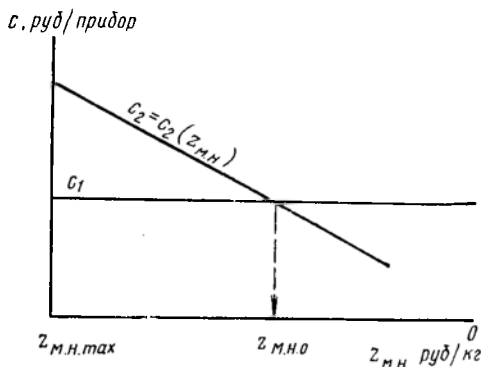


Рис. 6.3. Нахождение цены $z_{м.н.0}$ нового материала, при которой уже эффективно использовать его для изготовления нового прибора:

c — себестоимость прибора: при изготовлении его из прежнего (c_1) и из нового (c_2) материала; $z_{м.н.}$ — цена 1 кг нового материала; $z_{м.н.мах}$ — самая высокая цена нового материала в первый период его появления

териалы могут быть относительно очень дорогими. Зато по мере освоения их производства и увеличения масштабов выпуска цена новых материалов, как правило, быстро снижается.

Пусть при цене вновь осваиваемого материала $z_{м.н.}$ руб./кг. себестоимость интересующего нас прибора составляет c_2 руб. При изготовлении из прежнего материала себестоимость этого прибора составляла c_1 руб. Нередко в начальный период освоения нового материала $c_2 > c_1$. В связи с этим возникает вопрос, при какой цене нового материала применение его в данном назначении станет эффективным. На рис. 6.3 приведено графическое решение этой задачи.

Исследование зависимости эффективности нового прибора от цен на отдельные элементы его эксплуатационных расходов. Важно исследовать и то, как изменяется экономическая эффективность ϵ применения создаваемого прибора при изменении цен на материалы, потребные для его эксплуатации $\epsilon = \epsilon(z_0)$.

Так, экономическая эффективность ϵ_k копировально-множительных аппаратов, работающих на специальной бумаге, зависит от цены этой бумаги z_0 :

$$\epsilon_k = \epsilon_k(z_0). \quad (6.55)$$

Исследование зависимости эффективности нового прибора от условий его применения. Определение эффективности применения созданного прибора должно производиться прежде всего применительно к тем условиям, для которых он лучше всего приспособлен. Например, при оценке экономической эффективности вновь создаваемой модели ЭЦВМ ее сравнивают с машинами, имеющими разную длину слов. Экономический расчет производится применительно к тем специальным контрольным задачам, которые являются типичными для области, в которой должна использоваться данная ЭЦВМ. Еще лучше производить сравнение на реальных задачах, для решения которых создается эта ЭЦВМ.

Некоторые авторы предлагают при экономическом анализе обязательно уравнивать условия эксплуатации сравниваемого прибора. Между тем каждую модель прибора надо рассматривать прежде всего в тех условиях эксплуатации, в которых ее применение является экономически наиболее эффективным.

Так, технико-экономический анализ показал, что ЭЦВМ для экономических расчетов больших объемов целесообразно в настоящее время создавать на базе интегральных схем ДТЛ (диодно-транзисторной логики) со средней степенью интеграции. Преимущество этих схем — их дешевизна. Правда, они не являются наиболее быстродействующими логическими схемами. Но для данного конкретного применения их быстродействие достаточно.

Гибкость, позволяющая с минимумом затрат вводить необходимые конструктивные и технологические коррективы, обеспечивает экономическую целесообразность обработки на станках с цифровым программным управлением опытных образцов и моделей новых приборов.

§ 6.4. Методы расчета экономического потенциала разработки нового прибора

Понятие экономического потенциала разработки нового прибора. Дать экономическую оценку разработке нового прибора — это значит определить присущий ей экономический потенциал $P_{э.р.}$. Последний измеряется тем экономическим эффектом A_p , который народное хозяйство может получить от внедрения общего количества новых приборов, изготовленных по данному проекту:

$$P_{э.р.} = A_p. \quad (6.56)$$

Основой экономического потенциала $P_{э.р.}$ разработки нового прибора обычно является ее денежный потенциал $P_{д.э.р.}$. Последний характеризуется той экономией приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э.о.}$, которую можно ожидать от внедрения результатов этой разработки в народное хозяйство

$$P_{д.э.р.} = \Delta W_{п.г.э.о.} \frac{\text{руб./год}}{\text{разработку}}. \quad (6.57)$$

Величину $\Delta W_{п.г.э.о.}$ иначе называют еще годовым денежным экономическим эффектом, получаемым от внедрения результатов разработки нового прибора.

Расчет экономического потенциала разработки нового прибора производится на базе сравнения с лучшими приборами, применяемыми для тех же целей в отечественной и зарубежной практике, а также с тем отечественным прибором, который он призван заменить.

Неправильно полагать, будто эффект $\Delta W_{п.г.э.о.}$ от внедрения прибора одной модели будет только до того момента, когда появится другой, еще лучший прибор. При этом забывают о том, что экономия $\Delta W_{п.г.э.о.}$, которую он позволяет получить, это уже сверх той, что продолжает давать прежний прибор. И так обстоит дело со всеми остальными приборами (рис. 6.4).

Расчет денежного экономического потенциала разработки, когда производительность сопоставляемых приборов одинакова. Рассмотрим, как определяется величина $P_{д.э.р.}$, если

$$q_{г2} = q_{г1} = q_{г} \frac{\text{задач/год}}{\text{прибор}}, \quad (6.58)$$

где q_r — годовая производительность прибора: преждего (q_{r1}) и нового (q_{r2}).

В этом случае вначале по формуле (6.1) подсчитывается экономия приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э.}$, получаемая на одном приборе нового типа. После этого опре-

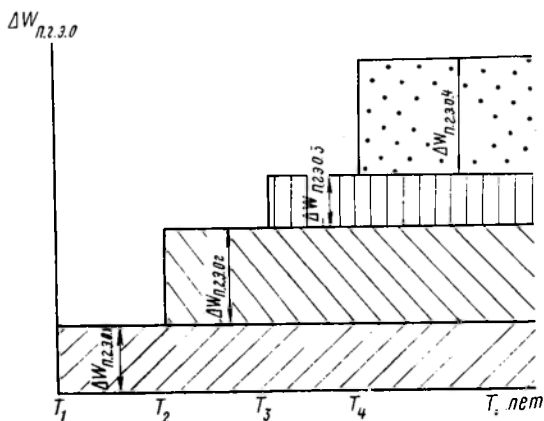


Рис. 6.4. Нарастание величины денежной ежегодной экономии приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э.}$, даваемой каждым последующим прибором по сравнению с предыдущим в различные годы T :

T_1, T_2, T_3 и T_4 — годы появления 1-й, 2-й, 3-й и 4-й моделей рассматриваемого прибора (системы); $\Delta W_{п.г.э.01}, \Delta W_{п.г.э.02}, \Delta W_{п.г.э.03}, \Delta W_{п.г.э.04}$ — экономия приведенных годовых затрат, которую каждая новая, последующая модель прибора дает по сравнению с предыдущей

деляется суммарная экономия приведенных годовых затрат, получаемая на общем выпуске приборов по данному проекту

$$P_{д.э.р} = \Delta W_{п.г.э.0} = Q_c \Delta W_{п.г.э.} = \\ = Q_c [(E_1 + \varepsilon_{п} K_1) - (E_2 + \varepsilon_{п} K_2)] \frac{\text{руб./год}}{\text{разработку}}, \quad (6.59)$$

где Q_c — ожидаемый суммарный выпуск данных моделей приборов по новому проекту, приборов/разработку.

Расчет денежного экономического потенциала разработки, когда новый прибор производительнее прежнего.

Наиболее частыми являются случаи, когда

$$q_{г2} > q_{г1} \frac{\text{задач/год}}{\text{прибор}}. \quad (6.60)$$

В этом случае вначале надо по формуле (6.6) определить удельную экономию приведенных затрат $\Delta w_{п.у.э.}$, получаемую на одной задаче (или на одном измерении). После этого денежный экономический потенциал $P_{д.э.р}$ разработки рассчитывается в виде экономии приведенных годовых затрат, получаемой на общем суммарном ежегодном объеме работ $q_{г.с} \left(\frac{\text{задач/год}}{\text{разработку}} \right)$ или $\left(\frac{\text{измерений/год}}{\text{разработку}} \right)$, производимом с помощью всего количества приборов Q_c данной модели, которое будет выпущено по этому проекту

$$\begin{aligned} P_{д.э.р} &= \Delta W_{п.г.э.о} = q_{г.с} \Delta w_{п.у.э} = \\ &= [(e_1 + \varepsilon_n k_1) - (e_2 + \varepsilon_n k_2)] q_{г.с} \frac{\text{руб./год}}{\text{разработку}}, \quad (6.61) \end{aligned}$$

где $q_{г.с}$ — годовой объем работ $\left(\frac{\text{задач/год}}{\text{разработку}} \right)$ или $\left(\frac{\text{измерений/год}}{\text{разработку}} \right)$, производимый с помощью всех приборов Q_c новой модели, которые будут выпущены по данному проекту.

Каждый расчет экономического потенциала новой разработки может получить право на признание лишь после того, как он проверен, утвержден и принят для практического использования министерствами (ведомствами), планирующими изготовление и эксплуатацию соответствующих приборов.

Учет качественных составляющих экономического потенциала разработки нового прибора. В некоторых случаях разработка нового прибора представляет собой большой вклад в народное хозяйство, хотя ее экономический потенциал $P_{э.р}$ состоит вовсе не в экономии приведенных годовых затрат $\Delta W_{п.г.э.о}$. Разработка нового прибора может не давать экономии приведенных годовых затрат. Наоборот, она может вызвать их возрастание $\Delta W_{п.г.д.о}$.

Но если новый прибор породил совершенно новые потребности общества, которые он позволил теперь удовлетворять, то именно в этом и заключается экономический потенциал $P_{э,р}$ этой разработки.

При выявлении экономического потенциала $P_{э,р}$ разработок новых транспортных средств учитывают и то влияние, которое они оказывают на здоровье населения, его отдых, а также на сохранение природных богатств. Сейчас стали большими социальными проблемами борьба с шумом и загрязнением воздуха больших городов. Именно это заставляет вести исследования и разработки электромобилей.

§ 6.5. Методы измерения производительности труда разработчиков новых типов приборов и систем

Задача измерения производительности труда разработчиков отраслевых приборостроительных НИИ и КБ. XXIV съезд КПСС выдвинул задачу поставить оплату работников НИИ и КБ в прямую зависимость от их отдачи, от производительности их труда. Правильное использование заработной платы для стимулирования повышения производительности труда разработчиков новых типов приборов может принести стране большую пользу, поэтому необходимо в кратчайший срок решить проблему измерения производительности их труда. С этой целью важно разработать критерии, характеризующие производительность труда.

Измерение производительности труда разработчиков новых типов приборов имеет ряд существенных особенностей, обусловленных большой спецификой их труда и учета затрат рабочего времени. Нельзя измерить их производительность одним показателем. Она может быть достаточно полно охарактеризована с помощью системы показателей.

Исходная формула для исчисления производительности труда разработчиков новых приборов. *Производительность труда разработчика должна характеризовать его среднегодовую отдачу по i -му виду продукции за период творческой активности:*

$$p_i = \frac{Q_{oi}}{T_a} \frac{\text{единиц продукции } i\text{-го вида}}{\text{год творческого труда}}, \quad (6.62)$$

где p_i — производительность труда разработчика за период его творческой активности по i -му виду продукции; Q_{oi} — общее количество i -го вида продукции, созданной за все время рассматриваемым разработчиком; T_a — длительность периода творческой активности данного разработчика.

Вместо величин p_i могут исчисляться обратные θ_i , характеризующие, через сколько в среднем лет творческого труда данный разработчик дает одну работу i -го вида:

$$\theta_i = \frac{1}{p_i} = \frac{T_a}{Q_{oi}} \frac{\text{лет творческого труда}}{\text{единицу продукции } i\text{-го вида}}. \quad (6.63)$$

Подсчет общего количества различных видов научной продукции, созданной разработчиком новых приборов (систем). Подсчет суммарного количества i -го вида продукции Q_{oi} , созданной данным разработчиком за все время, должен производиться с учетом того, сколько разработчиков $n_{i,l}$ выполняло каждую l -ю работу i -го вида

$$Q_{oi} = \sum_l \frac{1}{n_{i,l}}. \quad (6.64)$$

Пусть i — это полученные разработчиком авторские свидетельства, а l — порядковый их номер. Данный разработчик получил три авторских свидетельства. При этом первое он получил на двоих, т. е. $n_{i1}=2$, второе на четверых, т. е. $n_{i2}=4$, а третье — на одного себя, т. е. $n_{i3}=1$. Тогда на него самого приходится не три авторских свидетельства, а только

$$Q_{oi} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1} = 1,75.$$

Формула (6.64) исходит из равной доли всех участников в общей работе. Для тех же работ, в которых имеют место существенные различия в долевом участии отдельных членов творческого коллектива, должен составляться специальный акт, определяющий долю каждого разработчика.

В качестве i в формулах (6.62) и (6.63) надо учитывать прежде всего те работы, которые представляют собой наиболее существенные вклады данного разработ-

чика, и различные виды поощрений, которыми отмечены его работы.

Применительно, например, к открытиям и изобретениям *i* в приведенных формулах означает: открытия, зарегистрированные в Государственном реестре, за которые получены дипломы; полученные авторские свидетельства и патенты; годовой экономический эффект, ожидаемый от использования этих изобретений и открытий в народном хозяйстве; полученные зарубежные патенты; изобретения и открытия, уже получившие практическое внедрение; годовой экономический эффект, полученный народным хозяйством от уже внедренных изобретений и открытий.

Применительно к созданным разработчиком новым типам приборов (материалов, технологических процессов), а также дополнительно к тому, чем уже выше характеризовались его открытия и изобретения, *i* в приведенных выше формулах означает: созданные и внедренные новые типы приборов (материалов, технологических процессов); в том числе отдельно созданные и внедренные новые типы приборов, отмеченные Знаком качества; в том числе отдельно созданные и внедренные новые типы приборов, на которые получены авторские свидетельства и патенты; премии, которыми отмечены эти новые типы приборов (материалов, технологических процессов); годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве от внедрения вновь разработанных приборов (материалов, технологических процессов); вновь созданные приборы, демонстрировавшиеся на все-союзных и зарубежных выставках; продажа иностранным фирмам лицензий на открытия, изобретения и новые приборы (материалы, технологические процессы); валютная выручка от продажи иностранным фирмам лицензий на открытия, изобретения и на новые приборы (материалы, технологические процессы); премии, которыми отмечены открытия и изобретения; объем выпуска этих приборов в нашей стране; экспорт вновь созданных приборов в другие страны; объем валютной выручки от экспорта этих приборов.

Кроме того, некоторые *i* могут дополнительно характеризовать научные публикации данного разработчика. Естественно при этом, что в качестве *i* в приведенных выше формулах отдельно следует выделять большие пре-

мии, которыми отмечались работы данного разработчика: Ленинская премия, Государственные премии, а также международные премии.

Расчет длительности периода творческой активности разработчика. Речь идет об определении величины T_a , т. е. длительности периода жизни, в течение которого он должен давать отдачу как разработчик. *Для разработчиков в области техники длительность периода их творческой активности составляет:*

$$T_a = T_b - 26 \text{ лет для творческого труда,} \quad (6.65)$$

где T_a — длительность периода творческой активности разработчика в области техники; T_b — возраст этого разработчика.

Если же разработчик в области техники часть периода своей жизни в возрасте старше 26 лет находился не на научной работе, то период его творческой активности надо исчислять так:

$$T_a = T_b - (26 + T_n) \text{ лет для творческого труда,} \quad (6.66)$$

где T_n — число лет, которое разработчик в возрасте старше 26 лет не находился на этой работе.

Таким образом, исчисление среднегодовой отдачи за период творческой активности начинается для разработчиков в области техники с 27 лет. До этого начинающий разработчик создавал необходимые заделы, накапливая опыт, выявляя свои возможности. Поэтому для него рассчитывают и сопоставляют лишь показатели Q_{oi} — созданного им общего суммарного количества каждого i -го вида продукции. В то же время чем больше продукции Q_{oi} будет создано начинающим разработчиком еще до достижения им двадцатисемилетнего возраста, тем более высокими будут показатели его среднегодовой отдачи p_i , когда их уже начнут для него вычислять. Это стимулирует начинающих разработчиков с самого начала стремиться давать как можно большую отдачу.

Анализ и дальнейшее совершенствование показателей производительности труда разработчиков. Существенным преимуществом показателя p_i является то, что он требует систематической работы и отдачи каждого разработчика. За каждый год пребывания в НИИ, КБ или другом научном учреждении необходимо отчитаться конкретной

научной продукцией. Если в какой-то год разработчик ничего не дал, то ему необходимо наверстать упущенное в последующие годы.

Большой интерес представляет *сравнение приведенных выше показателей производительности труда каждого разработчика* со средними и максимальными их значениями для своей и всех аналогичных лабораторий (секторов), отделов, конструкторских бюро и институтов. Необходимо поэтому систематизировать и изучать эти средние и максимальные данные по лабораториям, секторам, отделам, КБ и НИИ.

Можно ли будет создать один такой показатель, который давал бы обобщенную характеристику производительности труда разработчиков? Этот вопрос еще нуждается в дальнейших исследованиях. Многогранная деятельность разработчиков должна быть проанализирована в различных аспектах. Пока это можно сделать посредством использования целой системы показателей, раскрывающей многосторонние результаты и оттенки их творческой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- Материалы XXIV съезда КПСС. М., Политиздат, 1971.
- Акоф Р., Сасчени М. Основы исследования операций. М., «Мир», 1971.
- Базовский И. Надежность. Теория и практика. М., «Мир», 1965.
- Барташев Л. В., Гамрат-Курек Л. И. Экономика конструирования машин и приборов. Рига, Латгосиздат, 1964.
- Дружинин Н. К. Основные математико-статистические методы в экономических исследованиях. М., «Статистика», 1968.
- Инструкция по определению экономического эффекта новой техники в электротехнической промышленности. М., 1971.
- Использование методов изучения потребительского спроса для нужд перспективного планирования. М., 1968.
- Квейд Э. Анализ сложных систем. М., «Советское радио», 1969.
- Кобринский М. Е. Основы экономической кибернетики. М., «Экономика», 1969.
- Консон А. С. Экономика приборостроения. М., «Высшая школа», 1970.
- Консон А. С., Соминский В. С. Экономика научных разработок. М., «Экономика», 1968.
- Консон А. С. Экономика электротехнической промышленности. М., «Высшая школа», 1966.
- Консон А. С. Экономическая эффективность новой техники. М., Госполитиздат, 1958.

Кошута А. А. Цены на продукцию машиностроения. М., «Экономика», 1969.

Львов Д. С. Основы экономического проектирования машин. М., «Экономика», 1966.

Маслов П. П. Измерение потребительского спроса. «Экономика», 1971.

Матлин А. М. План, цена и эффективность производства. М., 1970.

Математические и статистические исследования в экономике и производстве. Вып. 2, М., 1969.

Нейман Д., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М., «Наука», 1970.

Новожилов В. В. Измерение затрат и результатов. М., «Экономика», 1967.

Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ. М., «Экономика», 1964.

Планирование перспективных оптовых цен. М., «Экономика», 1971.

Применение методов корреляции в экономических исследованиях. М., «Наука», 1969.

Сборник руководящих материалов по патентной работе и изобретательству. Алма-Ата, 1969.

Себестоимость продукции в приборостроении и пути ее снижения. М., ОНТИПрибор, 1966.

Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. Изд. 3-е, М., «Наука», 1969.

Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1969.

Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование. М., «Прогресс», 1970.

Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. М., «Статистика», 1971.

Теоретические основы и методика построения расчетных цен. М., «Наука», 1969.

Фельс Э., Тинтнер Г. Методы экономических исследований. М., «Прогресс», 1971.

Фельцман В. К. Прогнозирование потребности в оборудовании. М., «Экономика», 1970.

Чепелевский Л. М. Продажа и покупка лицензий. М., 1967.

Экономико-математические модели. М., «Мысль», 1971.

Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., «Прогресс», 1970.

Эйрс Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., «Мир», 1971.

Ямпольский С. М. и др. Проблемы научно-технического прогнозирования. М., «Экономика», 1969.

«Electronics» за 1964—1970 гг.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От автора	3
Глава первая. Задачи и содержание экономического анализа и расчетов на различных стадиях разработки нового прибора (системы)	4
§ 1.1. Стадии разработки нового прибора	4
§ 1.2. Необходимость и содержание экономического анализа и расчетов на различных стадиях разработки нового прибора	10
Глава вторая. Методы оценки технического уровня спроектированного прибора (системы)	23
§ 2.1. Таблица исходных данных для оценки технического уровня создаваемого прибора	23
§ 2.2. Изучаемые параметры прибора (системы) и сведения их в группы	30
§ 2.3. Методы прогнозирования ожидаемых значений важнейших параметров отечественных и зарубежных приборов (систем)	36
§ 2.4. Методы оценки технического уровня создаваемого прибора	48
Глава третья. Методы прогнозирования спроса на создаваемые приборы (системы)	60
§ 3.1. Общие факторы спроса на приборы	60
§ 3.2. Специфические факторы спроса на отдельные виды приборов	65
§ 3.3. Методы прогнозирования спроса на приборы	67
Глава четвертая. Методы расчета капитальных вложений по приборам сравниваемых типов	93
§ 4.1. Методы укрупненных расчетов приближенной оптовой цены прибора на начальных стадиях его разработки	93
§ 4.2. Методы калькуляции себестоимости изготовления прибора на завершающих стадиях его проектирования	97
§ 4.3. Методы расчета оптовой цены спроектированного прибора на базе калькуляции его себестоимости	105
§ 4.4. Новые требования к оптовым ценам на приборы, выдвинутые происходящей научно-технической революцией	112
§ 4.5. Методы создания гибкой системы цен на приборы, стимулирующей технический прогресс	114
§ 4.6. Расчет других элементов капитальных вложений по приборам (системам) сравниваемых типов	124

Глава пятая. Методы расчета расходов по эксплуатации приборов сравнимых типов	133
§ 5.1. Заработная плата персонала, обслуживающего прибор (систему)	133
§ 5.2. Амортизационные отчисления	136
§ 5.3. Затраты на текущий ремонт прибора	142
§ 5.4. Ущерб от простоев приборов и систем в ремонтах	147
§ 5.5. Расчет других элементов эксплуатационных расходов	155
§ 5.6. Удельные эксплуатационные расходы	157
§ 5.7. Особенности расчета эксплуатационных расходов по арендуемым приборам (системам)	159
Глава шестая. Методы расчета и анализа показателей экономической эффективности внедрения спроектированного прибора (системы)	165
§ 6.1. Расчет получаемой экономии приведенных затрат и экономической эффективности внедрения нового прибора	165
§ 6.2. Методы расчетов экономической эффективности приборов, дающих качественно новый эффект	173
§ 6.3. Методы исследования зависимости экономической эффективности спроектированного прибора от различных факторов	184
§ 6.4. Методы расчета экономического потенциала разработки нового прибора	190
§ 6.5. Методы измерения производительности труда работников новых типов приборов и систем	193
Литература	197

Арон Соломонович Консон

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Редактор О. А. Рябова
Обложка художника Б. А. Школьника
Художественный редактор В. П. Бабикова
Технический редактор Р. С. Родичева
Корректор Л. З. Черникова

Т—06491 Сдано в набор 13/X—72 г. Подп. к печати 12/VI—73 г.
Формат 84×108¹/₃₂. Объем 6,25 печ. л. Усл. п. л. 10,5 Уч.-изд. л. 9,68
Изд. № ЭК—235 Тираж 15 000 экз. Цена 34 коп.
План выпуска литературы издательства «Высшая школа»
для вузов и техникумов на 1973 г. Позиция № 30.
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14,
Издательство «Высшая школа»

Московская типография № 8 «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Хохловский пер., 7. Зак. 1915.