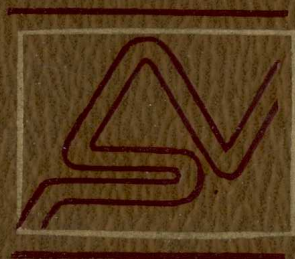


А.С. КОНСОН

ЭКОНОМИКА

ПРИБОРО-
СТРОЕНИЯ



А.С. КОНСС

ЭКОНОМИКА ПРИБОРО- СТРОЕНИЯ

Издание второе,
переработанное и дополненное

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



МОСКВА
• ВЫСШАЯ ШКОЛА •
1 9 8 0

ББК 65.9(2)304.15
К65

Рецензент: кафедра экономики промышленности и организации производства Воронежского политехнического института.

Консон А. С.

К 65 Экономика приборостроения: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1980. — 572 с., ил.

В пер.: 1 р. 20 к.

Книга написана в соответствии с программой курса «Экономика приборостроения» и является первым в отечественной и зарубежной литературе учебником по этому курсу для студентов старших курсов приборостроительных, радиофизических, физико-механических и электронных специальностей вузов и факультетов. Данное издание (предыдущее вышло в 1970 г.) содержит ряд новых глав и параграфов. В нем освещены новейшие теоретические разработки автора и предложенные им методы технико-экономических расчетов и экономического анализа, тенденции и прогнозы развития элементной базы приборостроения и ряда его подотраслей.

Учебник будет полезным также широкому кругу инженерно-технических работников.

К 31301—170
001(01)—80 16—80

2701010000

338 : 6П5
ББК 65.9(2)304.15

© Издательство «Высшая школа», 1980

От автора

Книга является первым в отечественной и зарубежной литературе учебником по курсу экономики приборостроения. Она обобщает тридцатилетний опыт разработки и чтения автором этого курса в Ленинградском ордена Ленина политехническом институте имени М. И. Калинина. В 1970 г. издательство «Высшая школа» выпустило первое издание данной книги в виде учебного пособия. Оно широко обсуждалось нашей научно-технической общественностью¹.

В процессе подготовки данного издания автор учел многие соображения, высказанные на страницах печати и при обсуждении его докладов о содержании и предложенной им структуре курса².

Данная книга является учебником по инженерной экономике. Она рассчитана на будущего инженера-приборостроителя, поэтому в ней освещаются прежде всего те экономические проблемы, которые он должен будет сам решать в своей *практической работе*. Неотъемлемой частью разработок новых приборов и систем является технико-экономическое обоснование, которое осуществляют сами инженеры-приборостроители. Вот почему автор стремился так изложить материал, чтобы научить будущего инженера прежде всего этой работе.

При освещении теории и методов экономического анализа и расчетов автор использует только тот математи-

¹ Рецензии на эту книгу появились в центральных журналах: «Приборы и системы управления», «Измерительная техника», «Электронная промышленность» и «Гражданская авиация», а также в газетах: Сибирского отделения Академии наук СССР «За науку в Сибири», Ленинградского электромашиностроительного объединения «Электросила», предприятия «Электроприбор», Северного управления гражданской авиации «Крылья советов» и «Вечерний Новосибирск».

² Консон А. С. Современное содержание курса «Экономика приборостроения». — Приборы и системы управления, 1969, № 6, с. 37—38. Отклики на эту статью работников приборостроительных предприятий, НИИ, КБ, вузов и редакции журнала под названием «О современном содержании курса «Экономика приборостроения». — Приборы и системы управления, 1970, № 5, с. 60—62.

ческий аппарат, который *может практически служить* экономике приборостроения. Он не создает сложных математических моделей, которые не найдут жизненного применения и в которых фигурировали бы величины, являющиеся неизвестными.

Большое количество инженеров-приборостроителей идет работать в отраслевые приборостроительные НИИ и КБ, поэтому для них особенно важно знание экономики НИОКР. Наряду с этим всем будущим работникам приборостроительной промышленности необходимо глубокое знание экономики производства приборов и систем. Отсюда и стремление автора сделать данный курс возможно более широким, осветить в нем передовой опыт отечественного и зарубежного приборостроения.

Качество обучения во многом зависит от того, насколько студент проявляет интерес к предмету. Поэтому на протяжении всей книги автор стремится привить студенту этот интерес, стараясь так построить изложение текста, чтобы в процессе чтения студент чувствовал себя участником дискуссии о том, как достичь оптимального решения того или иного вопроса экономики приборостроения.

Автор стремился освободить курс от чисто описательных сведений, объем которых становится безграничным. Подобные сведения составляют неотъемлемую часть различных справочников, инструкций и методических материалов. С ними студента знакомят на практических занятиях. В курсе же *«Экономика приборостроения»* необходимо уделить основное внимание *теории и научной методологии решения актуальных практических задач*, которые ставит перед экономической наукой дальнейшее развитие приборостроения.

Автор выражает благодарность рецензентам кафедры экономики промышленности и организации производства Воронежского политехнического института и ее заведующему д-ру эконом. наук О. Г. Туровцу за ценные советы при подготовке учебника. Автор будет признателен читателям за критические замечания по этой книге, которые просит направлять в издательство «Высшая школа».

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ

§ 1.1. Приборостроение как одна из важнейших и крупнейших отраслей социалистической промышленности

Машиностроение как ведущая отрасль социалистической промышленности. Производя 20% всей мировой промышленной продукции, Советский Союз стал самой крупной промышленной страной Европы и второй промышленной державой мира.

Объем промышленной продукции СССР (в % к США) составлял: в 1913 г. — 12,5%, в 1950 г. — менее 30%, а в 1978 г. — более 80%. За 1951—1978 гг. среднегодовые темпы прироста промышленной продукции составили: в СССР — 9,1%, а в США — 4,3%.

Промышленность представляет собой совокупность большого количества отраслей производства. Каждая *отрасль промышленности* в свою очередь является *совокупностью предприятий, объединений, отраслевых НИИ и КБ* и характеризуется общностью производимой продукции, применяемого оборудования, используемого сырья, состава и квалификации работников, а также технологических процессов производства.

Ведущей отраслью социалистической промышленности является машиностроение, поставляющее оборудование для всех отраслей народного хозяйства. Развитие машиностроения определяет технический прогресс во всех отраслях промышленности, в строительстве, сельском хозяйстве, на транспорте и в связи. Социалистическое машиностроение развивается более быстрыми темпами, чем капиталистическое.

Темпы роста машиностроения. Для того чтобы обеспечивать непрерывное совершенствование техники, темпы развития советского машиностроения должны быть выше темпов роста не только всей промышленной продукции, но и средств производства в целом:

$$I_m > I_{с.п} > I_{п}, \quad (1.1)$$

где I_M — темп роста продукции машиностроения; $I_{с.п}$ — то же, производства средств производства; I_n — то же, всей промышленной продукции¹.

Так, в 1978 г. по сравнению с 1913 г. общий объем промышленной продукции Советского Союза увеличился в 152 раза, производство средств производства — в 365 раз, а продукция машиностроения и металлообработки — в 1882 раза:

$$I_M = 1882 > I_{с.п} = 365 > I_n = 152^2.$$

Потребность в продукции машиностроения. Почему столь велика потребность народного хозяйства в продукции машиностроения? Это обуславливается не только тем, что посредством машин, аппаратов, приборов и систем увеличивается объем производства всевозможных нужных народному хозяйству изделий, но и тем, что благодаря непрерывному внедрению нового, все более совершенного оборудования достигается огромная экономия рабочего времени. Экономия труда, получаемая от внедрения новой техники, является основой не только роста общественного богатства, но и последовательного сокращения продолжительности рабочего дня. Применение новейших типов машин, приборов и систем изменяет характер труда рабочих, повышает безопасность и улучшает его условия. Новейшие изделия машиностроения позволяют не только повышать качество продукции всех отраслей народного хозяйства, но и удовлетворять новые общественные потребности, которых раньше не было.

Машиностроение в большой степени определяет научно-технический прогресс и производительную силу труда во всех отраслях народного хозяйства. Советскому машиностроению принадлежит ведущая роль в построении материально-технической базы коммунизма, дальнейшем укреплении оборонной мощи страны.

Доля продукции машиностроения и металлообработки в общем объеме промышленной продукции СССР составила в 1978 г. 26,8%³. За период с 1950 по 1978 г. продукция машиностроения и металлообработки увели-

¹ О методах расчета темпов роста см. в гл. 14.

² Народное хозяйство СССР в 1978 году. М., Статистика, 1979, с. 31 и 119.

³ Там же, с. 121.

чилась в СССР в 30 раз, в то время как в США только в 3,84 раза¹.

Подотрасли машиностроения. Машиностроение подразделяется на большое количество подотраслей, каждая из которых в свою очередь представляет собой целую большую отрасль. Это тяжелое машиностроение, энергетическое машиностроение, электротехническая промышленность, станко-инструментальная промышленность, химическое и нефтяное машиностроение, автомобильная промышленность, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, транспортное машиностроение, авиационная промышленность, судостроительная промышленность, машиностроение для легкой и пищевой промышленности и многие другие.

В 1978 г. советское машиностроение выпустило: 1392 тепловозные секции, 576 тыс. тракторов, 113 тыс. зерноуборочных комбайнов, 2,15 млн. автомобилей (в том числе 1,31 млн. легковых), 238 тыс. металлорежущих станков (в том числе 7365 с числовым программным управлением) и большое количество самой различной другой техники².

В настоящее время происходит особенно быстрый рост удельного веса всех тех подотраслей машиностроения, которые изготовляют средства автоматизации производственных процессов.

Приборостроение как одна из крупнейших и важнейших подотраслей машиностроения. К числу важнейших и крупнейших подотраслей советского машиностроения относится приборостроительная промышленность. Она изготавливает электронные вычислительные машины, промышленные приборы, средства автоматизации производственных процессов, системы автоматического управления, контрольные и измерительные приборы, средства связи, радиолокации, радиовещания, телевидения, приборы для научных исследований, в том числе для исследования космического пространства, приборы для управления ядерными процессами, медицинские приборы, бытовые приборы и др. Поэтому приборостроительная промышленность в большой степени определяет научно-технический прогресс и производительную силу труда во всех сферах народного хозяйства.

¹ Народное хозяйство СССР в 1978 году, с. 55.

² Там же, с. 156—163.

Роль приборостроения в построении коммунизма.

Приборостроение является основой развития автоматизации производства. В 1977 г. Советский Союз уже имел 125,8 тыс. механизированных поточных линий, 20,6 тыс. автоматических линий, 74,4 тыс. комплексно-механизированных и автоматизированных участков, цехов, производств, 5,9 тыс. комплексно-механизированных и автоматизированных предприятий¹. За период 1976—1978 гг. в СССР было создано 1162 автоматизированные системы управления (АСУ)².

Советскому приборостроению принадлежит важнейшая роль в построении материально-технической базы коммунизма. Приборостроительная промышленность имеет большое значение для развития всех областей науки, обеспечивая их новейшими техническими средствами проведения исследований. Она позволяет существенно изменять быт человека. Она стала поистине техническим фундаментом современной цивилизации. В 1978 г. советское приборостроение выпустило 63,3 млн. бытовых часов (в том числе 37 млн. наручных), 8,73 млн. широкоэлектронных радиоприемников и радиол, более 7,1 млн. широкоэлектронных телевизоров (в том числе более 1,4 млн. цветных), более 2,6 млн. магнитофонов, 6,1 млн. бытовых холодильников, более 3,69 млн. бытовых стиральных машин, более 2,9 млн. бытовых электропылесосов, почти 3,9 млн. фотоаппаратов, 104 тыс. любительских киносъемочных аппаратов³. Непрерывно растет роль приборостроения в авиации и ракетостроении. Приборостроению принадлежит большая роль и в дальнейшем укреплении оборонной мощи Советского Союза и всех стран социалистического содружества.

Ведущая роль приборостроения в техническом прогрессе. Приборостроение и прежде всего радиоэлектронная промышленность будут играть ведущую роль в научно-техническом прогрессе и в 80-е годы. Поэтому важно, чтобы уже сейчас во всех ключевых позициях уровень советского приборостроения количественно и качественно превосходил уровень приборостроения наиболее развитых капиталистических стран. Только в 1976—1978 гг.

¹ Народное хозяйство СССР в 1978 году. М., Статистика, 1979, с. 97—98.

² Там же, с. 96.

³ Там же, с. 183.

приборостроительная промышленность СССР создала 2778 образцов новых типов приборов, средств автоматизации и средств вычислительной техники¹. Отечественная приборостроительная промышленность находится сейчас на самом переднем крае научно-технического и экономического соревнования с капиталистическими странами. Приборостроение является одной из самых молодых и быстроразвивающихся отраслей промышленности.

Темпы роста приборостроения. По темпам роста $I_{\text{приб}}$ приборостроение значительно опережает машиностроение в целом $I_{\text{м}}$ и все остальные его отрасли. При этом наиболее высокими темпами растет производство средств вычислительной техники $I_{\text{в.т}}$:

$$I_{\text{в.т}} > I_{\text{приб}} > I_{\text{м}}. \quad (1.2)$$

Так, в 1978 г. по сравнению с 1970 г. в Советском Союзе были достигнуты следующие показатели роста: $I_{\text{в.т}} = 7,09 > I_{\text{приб}} = 3,59 > I_{\text{м}} = 2,33 > I_{\text{с}} > 2,09 > I_{\text{э}} = 1,84$ ², где $I_{\text{с}}$ — индекс роста продукции станкоинструментальной промышленности; $I_{\text{э}}$ — то же, электротехнической промышленности.

Индексы роста в годы десятой пятилетки составят:

$$I_{\text{п}} = 1,35 \div 1,39 < I_{\text{с.п}} = 1,38 \div 1,42 < I_{\text{м}} = 1,5 \div 1,6 < \\ < I_{\text{приб}} = 1,6 \div 1,7 < I_{\text{в.т}} = 1,8^3.$$

Общий объем производства приборов и средств автоматизации (с запасными частями к ним) составил в Советском Союзе в 1978 г. 4,41 млрд. руб., а производство вычислительной техники и запасных частей к ней — 3,4 млрд. руб.⁴.

¹ Народное хозяйство СССР в 1978 году, с. 95.

² Там же, с. 154.

³ Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 175, 183 и 189.

⁴ Народное хозяйство СССР в 1978 году, с. 155—156.

В 1978 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О дальнейшем развитии машиностроения в 1978—1980 годах», которым предусмотрена разработка и организация выпуска в 1978—1980 годах новых видов приборов, средств автоматизации и систем управления дополнительно к заданиям, установленным десятым пятилетним планом¹.

Подотрасли приборостроения. *Приборостроение в широком смысле включает четыре крупные самостоятельные отрасли:* приборостроение, производство средств автоматизации и систем управления; производство электронных приборов; радиотехническую промышленность; промышленность, производящую средства связи. Каждая из этих четырех больших самостоятельных отраслей приборостроения в свою очередь разделяется на ряд подотраслей, которые могут тоже рассматриваться как целые отрасли. Необходимо своевременно создавать и развивать новейшие перспективные, экономически наиболее эффективные подотрасли приборостроения.

К числу подотраслей современного приборостроения относятся: производство электронных вычислительных машин, монолитных интегральных схем, СВЧ гибридных интегральных схем, лазеров, цветных телевизоров, оптических приборов, электроизмерительных приборов, электронных часов, приборов контроля и регулирования технологических процессов, приборов для физических исследований, приборов для измерения механических величин, приборов для медицины, физиологии и биологии, приборов времени, приборов для механизации и автоматизации управленческого и инженерно-технического труда.

Самыми новыми подотраслями приборостроения, которые сегодня набирают силу, являются: оптоэлектроника (и прежде всего производство волоконной оптической связи), производство микропроцессоров, микро-ЭЦВМ, калькуляторов, голографических приборов, аппаратуры видеозаписи, приборов для развлечений (электронных игровых автоматов и домашних телеигр). Теперь уже видны и перспективы создания в ближайшем будущем такой совсем новой подотрасли приборостроения, как

¹ Правда, 1978, 5 августа.

производство оптических интегральных схем. В первую очередь следует проявлять заботу *о развитии самых новых подотраслей* приборостроения, которые сейчас еще только начинают создаваться.

Задачи развития советского приборостроения. В нашей стране создана стройная, взаимосвязанная государственная система приборов и средств автоматизации, состоящая из датчиков с унифицированным выходным сигналом, из агрегатных систем регулирования (с унифицированным входным и выходным сигналами) и исполнительных механизмов широкой номенклатуры (включая управляющие органы) с унифицированным входным сигналом. Создана общая для всех стран социалистического содружества система приборов и устройств для автоматического контроля, регулирования и управления.

Приборостроительная промышленность СССР решает большие задачи по удовлетворению возрастающих потребностей всех отраслей народного хозяйства, науки, медицины, обороны страны и населения в высококачественных приборах новейших типов. Одной из важнейших задач приборостроительной промышленности стало создание автоматизированных систем управления. Создается агрегатная система средств вычислительной техники высокой надежности с переменным составом функциональных блоков. Создаются приборы для единой автоматизированной сети связи, которая обеспечит надежную передачу с большой скоростью всех видов информации для нужд государственного управления, народного хозяйства, населения и обороны, а также приборы для единой общегосударственной системы навигации и автоматической посадки самолетов. Создается комплекс универсальных электронных вычислительных машин высокой производительности с большим объемом памяти, построенных на единой конструктивно-технологической базе с использованием микроэлектроники, приборы для единой государственной сети вычислительных центров, которая объединит с помощью мощных каналов связи все вычислительные центры страны и позволит решать вопросы планирования и управления в масштабе всего государства. Дальнейшее развитие получают средства радиосвязи и телевизионного вещания с использованием искусственных спутников Земли, значительно расширяется выпуск медицинских и бытовых приборов, автоматических и по-

луавтоматических измерительных приборов, позволяющих в 10—15 раз повысить скорость измерений.

Будущее приборостроения тесно связано с микро-ЭЦВМ, большими интегральными схемами, микропроцессорами, оптическими интегральными схемами, эпюэлектроникой, лазерной и голографической техникой. Основными техническими направлениями развития приборостроения стали микроминиатюризация, повышение точности и быстродействия приборов, функционально-блочное конструирование. Большие интегральные схемы и микропроцессоры удешевляют электронные вычислительные машины, измерительные приборы и устройства и способствуют дальнейшей автоматизации измерений. Они способствуют удешевлению всех приборов и систем и расширению их возможностей.

Применение микропроцессоров открыло перед разработчиками приборов и систем возможность принципиально нового подхода к их проектированию. Микропроцессоры используются во все большем количестве измерительных приборов для выполнения функций управления и вычисления. Они позволили создать в измерительной технике новое направление — логические анализаторы и другие специальные приборы для измерений и испытаний в области цифровых данных. Появление однокристалльных микро-ЭЦВМ ускорило внедрение вычислительной техники в целый ряд новых областей, где раньше не использовались ЭЦВМ. Волоконная оптика, которая первоначально стала играть важную роль в развитии систем связи, в будущем может занять такое же положение в области ЭЦВМ. Непрерывно создаются все более совершенные, экономически высокоэффективные приборы и системы.

XXV съездом КПСС были поставлены новые большие задачи в области дальнейшего повышения эффективности общественного производства, использования всех резервов. Во исполнение указаний XXV съезда КПСС, положений новой Конституции СССР принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы».

Приборостроение является одной из первых отраслей, которая успешно решает задачи, выдвинутые этим постановлением.

§ 1.2. Предмет и задачи курса «Экономика приборостроения»

Предмет курса. Курс «Экономика приборостроения» освещает теорию и методологию решения важнейших экономических задач, выдвигаемых дальнейшим развитием этой отрасли промышленности. *Он излагает теорию и методы технико-экономических расчетов в этой отрасли промышленности, экономику научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и экономику приборостроительного производства.* При этом особенно большое внимание уделяется методам решения тех экономических задач, которые призваны решать в жизни сами инженеры-приборостроители. Поэтому рассматриваемый курс имеет для них большое практическое значение.

В соответствии с выдвинутой XXV сессией КПСС задачей повышения эффективности производства и качества продукции в курсе «Экономика приборостроения» *главное место* занимают методы определения экономической эффективности технических решений. Проблемы экономики изготовления приборов рассматриваются вместе с вопросами экономики использования приборов в народном хозяйстве, в их сочетании с теми системами, в которые они встраиваются.

Производству приборов предшествуют огромные исследовательские и опытно-конструкторские работы, осуществляемые приборостроительными НИИ и КБ. Поэтому изложению вопросов экономики приборостроительного производства предшествует освещение экономических проблем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Данный курс нацелен на решение задач, намеченных XXV сессией КПСС и постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы».

Задачи курса. Данный курс инженерной экономики — это один из основных курсов, формирующих специальность инженера-приборостроителя, углубляющих и расширяющих его знания по данной отрасли. Инженеры-приборостроители 80-х годов должны обладать значительно более широкими знаниями в области экономики приборостроения, чем прежние.

Основная задача курса — вооружить будущего инженера-приборостроителя глубокими знаниями теории и научной методологии экономической оценки технических решений. Еще в стенах института каждый студент использует эти знания при экономическом обосновании дипломного проекта или дипломной работы. Курс «Экономика приборостроения» призван привить будущему приборостроителю умение самостоятельно ставить и находить пути решения тех новых технико-экономических задач, которые перед ним будет выдвигать жизнь. Одной из важнейших задач курса является также подготовка будущего инженера-приборостроителя к активному участию в управлении отраслью и планировании ее дальнейшего развития, выявлении и использовании всех резервов дальнейшего повышения ее эффективности. На практических занятиях помимо решения задач будущие приборостроители знакомятся с действующими в настоящее время новейшими инструкциями, методиками и различными современными нормативами.

Взаимосвязь курса с другими дисциплинами. Данная дисциплина базируется на хорошем знании студентами политической экономии, математической статистики и специальных технических курсов в области приборостроения. Курс начинается с изложения теории и методов технико-экономических расчетов, так как все остальные разделы предполагают их хорошее знание.

**Глава 2. ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ**

**§ 2.1. Необходимость и содержание
экономического обоснования технических
и технологических решений**

Связь техники и технологии с экономикой. Техника представляет собой совокупность машин, приборов, аппаратов и систем. Технология — это способы (методы) их производства. Техника и технология тесно связаны с экономикой. *Экономическая потребность является главной пружиной технического и технологического прогресса.* Так, основанием для внедрения оптических ЗУ может служить только улучшение характеристик существующих систем памяти приблизительно на порядок при сохранении стоимости, т. е. значительное уменьшение удельной стоимости, приходящейся на один бит хранимой информации.

Любые изменения в области техники и технологии затрагивают экономические интересы. Так, именно получаемый значительный экономический эффект способствовал замене алмазных резцов лазерными устройствами для резки кварцевых трубок. В то же время внедрение в промышленное производство мощных лазеров на CO_2 будет в большой степени зависеть от их цены и расходов по эксплуатации. В связи с ростом на мировом рынке цен на топливо важное значение приобрело обеспечение с помощью электронных приборов оптимального расхода горючего двигателями летательных аппаратов. А, например, создание однокристаллического радиоприемника является пока как технически сложным, так и экономически неэффективным.

Внедрение различных технических и технологических усовершенствований всегда следует рассматривать также с экономической точки зрения. Сама идея разработки нового прибора нередко возникает в связи с трудностями и большими расходами по эксплуатации прибора прежнего типа. Проектирование приборов и разработка новых технологических процессов теперь обязательно ведутся с учетом также стоимости. При этом роль фактора стоимости все время возрастает. Одной из актуальных широких технико-экономических проблем стало изучение вопроса о технической осуществимости и экономической целесообразности полной автоматизации производства и испытаний интегральных схем (ИС).

Наличие различных направлений при разработке прибора (системы). В разработках одних и тех же приборов и систем очень часто имеются различные подходы и направления. Так, в разработке бортовых ЭЦВМ имеют место два принципиально разных подхода: создание централизованной бортовой ЭЦВМ; установка на борту сети цифровых вычислительных устройств, соединенных линиями связи для обмена информацией. Какой из этих подходов является более эффективным? На этот вопрос нельзя ответить без глубокого технико-экономического анализа. При этом решение данного вопроса изменяется вместе с развитием техники. Так, в настоящее время много принципиально нового в решение этого сложного вопроса внесло появление микропроцессоров и микро-ЭЦВМ. Ряд бортовых микро-ЭЦВМ может использоваться для обработки данных, поступающих от бортовых датчиков, и для управления исполнительными механизмами летательного аппарата¹.

Необходимость рассмотрения многих вариантов создания прибора (системы). В процессе проведения разработки прибора одни и те же задачи могут решаться различными средствами. В связи с этим возникает необходимость выбора тех средств (вариантов) их решения, которые являются экономически наиболее эффективными. С выбором экономически наиболее эффективных вариантов приходится сталкиваться уже при установлении принципиальной схемы создаваемого прибора. Для проектируемого прибора можно использовать в одних и тех же целях различные детали и узлы. Конструкцию отдель-

¹ Экспресс-информация «Авиастроение». 1978, № 38, с. 26.