

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
имени АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

В. П. Гольянов В. А. Глазунов В. П. Глухов

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*Учебное пособие
для радиотехнических специальностей вузов*

В. П. Гольянов, В. А. Глазунов, В. П. Глухов

УДК 338

Технико-экономические расчеты при дипломном проектировании: Учеб. пособие для радиотехнических специальностей вузов / В. П. Гольянов, В. А. Глазунов, В. П. Глухов. Самар. авиац. ин-т.; Под общ. ред. В. П. Гольянова. Самара, 1992. С. 208.
ISBN 5—230—16922—2

В соответствии с требованиями радикальной экономической реформы изложены современные наиболее передовые представления по различным вопросам технико-экономических обоснований как отдельных (частных) инженерных решений, составляющих основу дипломного проекта, так и темы проекта в целом. Кроме того, в пособии даны методические указания и нормативно-справочные материалы, необходимые для решения технико-экономических и организационных вопросов в дипломных проектах.

Предназначено для студентов радиотехнических специальностей вузов. Подготовлено на кафедре организации производства под общей редакцией В. П. Гольянова.

Рецензенты:

кафедра организации машиностроительного производства Самарского политехнического института им. В. В. Куйбышева, д-р. техн. наук Ф. Ф. Юрлов

ISBN 5—230—16922—2

© Самарский авиационный институт, 1992

Ускорение научно-технического прогресса требует от ученых и инженеров разработки более экономичных, надежных и долговечных приборов и систем. В соответствии с этим перед высшей школой ставится задача: выпускать специалистов, обладающих не только глубокими техническими знаниями, но и всесторонней экономической подготовкой.

Завершающим и важнейшим этапом подготовки специалистов в вузе является дипломное проектирование, в процессе которого студент впервые выступает в качестве инженера — создателя новой техники и технологических процессов. При этом он обязан не только решить определенную техническую задачу, показав свою зрелость в области разработки схем и конструкций радиоизделий, технологических процессов их изготовления, но и доказать прогрессивность и экономичность созданного им прибора, конструкции, технологического процесса, вскрыв все виды получаемого при этом в народном хозяйстве и на предприятии (в организации) эффекта: технического (натурального), экономического (стоимостного), социально-экономического, экологического и др. С этой целью в пояснительную записку дипломного проекта включаются вопросы технико-экономического обоснования (ТЭО) частных технических решений и темы дипломного проекта в целом.

Настоящее пособие призвано помочь студенту-дипломнику профессионально грамотно выполнять технико-экономические обоснования в дипломном проекте. Все вопросы в пособии изложены на основе современных, наиболее передовых представлений по технико-экономическим обоснованиям разработок, что делает его оригинальным и современным.

В первой главе «Технико-экономическое обоснование частных технических решений» дается понятие частных технических решений и их значение для дипломного проекта, приводятся различные подходы к ТЭО частных технических решений (методами математического программирования, векторной, взвешенной оценок различных решений и др.). Вторая глава «Оценка технического уровня разработки» рассматривает понятие технического уровня и методы его оценки (взвешенная оценка, метод средневзвешенного). В третьей главе «Себестоимость и цена изделий и разработок» дается описание различных методов расчета себестоимости изготовления изделия (метод калькулирования, методы прогнозирования),

сметной стоимости научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ, затрат на разработку, внедрение и эксплуатацию систем автоматизированного проектирования (САПР); описываются различные методы определения цены на новое изделие, а также на продукцию НИР и ОКР. В четвертой и пятой главах («Расчет экономической эффективности разработки», «Рекомендации по расчету экономической эффективности от улучшения отдельных технико-экономических показателей») раскрывается понятие и приводятся различные методы расчета экономической эффективности. Шестая глава «Разработка организационно-экономических вопросов при проектировании цеха (участка)» дает методику расчета различных технико-экономических показателей цеха (участка), рассматривает различные подходы к формированию хозрасчетного дохода коллектива и фонда оплаты труда и другие вопросы.

В седьмой главе «Содержание технико-экономических обоснований в дипломных проектах и работах» приводится структура технико-экономических обоснований в различных видах дипломных проектов и работ, описывается порядок разработки задания на технико-экономическое обоснование и работа над ним. Восьмая глава «Организационно-экономические вопросы по преддипломной практике» представляет собой рекомендации по изучению организационно-экономических вопросов преддипломной практики, проводимой на серийных заводах, в НИИ и КБ. В приложении дается большой комплект нормативно-справочных материалов, которые обеспечат успешное решение рассмотренных в учебном пособии вопросов при выполнении дипломного проекта.

Пособие содержит большое количество оригинальных разработок, выполненных авторами, и потому не имеющих аналога в учебной и научной литературе. Особого внимания заслуживает подход к расчету экономической эффективности проекта в целом, основанный на оригинальной оценке технического уровня темы и связанным с ним расчетом экономического эффекта, когда проводится выявление всех наиболее важных технико-экономических показателей и анализируется эффективность изменения каждого показателя в отдельности. Этот подход обеспечивает наиболее точную и всестороннюю оценку эффективности разработки, что было проверено в реальной хоздоговорной тематике. По полученной оценке технического уровня можно судить о цели разработки дипломного проекта и степени достижения этой цели дипломником, о важнейших технико-экономических показателях и о правильности расчета экономической эффективности дипломного проекта.

1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

1.1. ПОНЯТИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЗАЩИТЫ ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

В процессе выполнения дипломного проекта (работы) студент принимает большое количество частных технических решений: выбор функциональной схемы изделия, элементов принципиальной электрической схемы изделия, типа радиоэлемента или микросхемы, вида конструкции изделия и его узлов, марки материала, варианта технологического процесса, вида оснастки, метода испытаний, структурной схемы алгоритма, вида ЭВМ, языка программирования и др. Из этих решений и складывается дипломный проект. Количество частных решений, их сложность и глубина обоснования отличают дипломный проект от дипломной работы или дипломный проект, выполняемый в институте, от дипломного проекта, выполняемого в техникуме.

Все частные технические решения требуют технико-экономического обоснования, причем это обоснование делается по ходу выполнения технических глав проекта. Следовательно, технико-экономические обоснования должны выполняться с начала работы над дипломным проектом и вестись неотрывно от хода выполнения технических глав. О важности этих обоснований говорит тот факт, что 95% вопросов, задаваемых на защите дипломных проектов членами государственной экзаменационной комиссии, связаны именно с обоснованием частных технических решений. Например: почему выбран такой материал для конструкции, а не другой? почему выбрана такая-то микросхема, а не другая? и т. д. Только 5% вопросов на защите дипломных проектов носят чисто теоретический характер. Например: что такое меандр?

Дипломник обязан в связи с этим провести ТЭО всех принимаемых по ходу работы над дипломным проектом частных технических решений. Однако в пояснительную записку следует включать только 2—3 наиболее важных из них, чтобы пока-

зять умение пользоваться методами технико-экономического анализа принимаемых решений при выполнении инженерных задач. Включение ТЭО всех частных технических решений в пояснительную записку привело бы к резкому увеличению объема пояснительной записки сверх установленных высшей школой норм.

Широкое использование методов ТЭО частных технических решений в дипломных проектах поможет более правильно и успешно решать задачи подготовки инженеров по вопросам экономного расходования всех видов ресурсов: материальных, трудовых и финансовых, что полностью соответствует требованиям директивных документов правительства на современном этапе развития нашего общества.

1.2. ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРЯМЫМ РАСЧЕТОМ ЗАТРАТ И ЭКОНОМИИ

ТЭО частных технических решений может осуществляться различными методами. Однако при этом обязательно должно выполняться требование, чтобы объем этих обоснований был, по-возможности, небольшим и достаточно простым по сравнению с объемом и сложностью расчетов, проводимых по обоснованию эффективности темы дипломного проекта в целом. Описание ТЭО частных технических решений делается либо по ходу выполнения технических глав проекта, либо в экономической главе.

Наиболее простым для ТЭО частных технических решений является прямой расчет затрат и экономии. Однако сфера применения этого метода ограничена. Метод прямого расчета затрат и экономии при обосновании частных технических решений применяется в том случае, когда по техническим показателям сравниваемые варианты решения либо равны, либо удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

Расчеты заключаются в определении величины экономии от снижения: себестоимости и цены; стоимости покупных комплектующих радиоэлементов, входящих в принципиальную электрическую схему; трудоемкости монтажных работ при уменьшении числа радиоэлементов и числа паек; затрат на материально-техническое снабжение при уменьшении потребности в радиоэлементах; габаритов, веса и т. д. Примеры расчетов приводятся ниже.

Пример 1. В принципиальную электрическую схему про-

ектируемого прибора можно поставить либо триггер с коллекторно-базовыми связями (вариант I, рис. 1), либо триггер с нелинейными обратными связями (вариант II, рис. 2). Оба

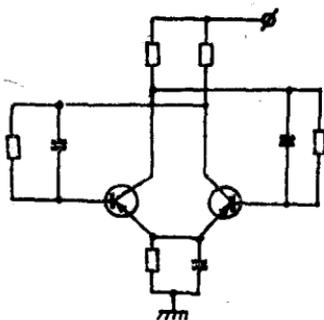


Рис. 1. Схема триггера с коллекторно-базовыми связями

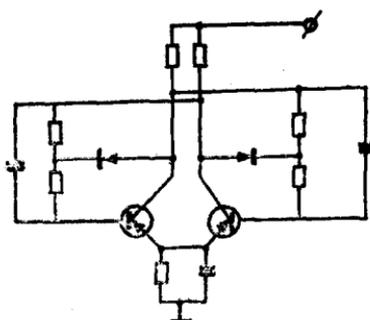


Рис. 2. Схема триггера с нелинейными обратными связями

триггера удовлетворяют техническим требованиям разрабатываемого изделия по выходному напряжению и быстродействию (табл. 1). Выбрать наиболее эффективный вариант триггера.

Таблица 1

Технико-экономические показатели триггеров

Технико-экономические показатели	Вариант	
	I	II
Быстродействие, мкс	0,8	0,4
Надежность, 1/ч.	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Амплитуда выходного импульса, В	5,2	4,6
Стоимость покупных элементов, р.	2,5	3,1

Решение. Если технические характеристики (амплитуда напряжения и быстродействие) триггеров удовлетворяют техническим требованиям разрабатываемого изделия, можно перейти к оценке вариантов по стоимостным показателям: применение триггера с коллекторно-базовыми связями (вариант I) дает экономию на покупных элементах, равную $3,1 - 2,5 = 0,6$ р.; снижает затраты на эксплуатацию из-за более высокой надежности устройства, затраты на изготовление модуля из-за уменьшения числа элементов на 4 штуки и, соответственно, числа паек на 8 штук; снижает массу и габариты изделия и, соответственно, затраты на изготовление носителя (самолета, ракеты).

Пример 2. В резонансном контуре можно использовать либо два вариометра, либо 6 катушек индуктивности (для каждого диапазона своя катушка индуктивности). При этом качественные показатели резонансного усилителя не меняются. Обосновать применение в резонансном контуре вариометров.

Решение. Применение вариометров по сравнению с катушками индуктивности позволяет снизить:

- 1) стоимость покупных комплектующих изделий на 4 р.;
- 2) затраты на изготовление резонансного усилителя за счет уменьшения количества элементов на 4 шт., уменьшения числа паек и снижения затрат на доставку и хранение элементов в процессе материально-технического снабжения; 3) массу и габариты изделия.

Пример 3. В измерителе коэффициента бегущей волны (КБВ) резонансный контур можно включить в каскад двумя способами: заземляя одну обкладку конденсатора и без заземления — улучшением экранировки. Измеритель переносной работает при сильном электромагнитном поле в нормальных условиях.

Решение. Если обкладку конденсатора не заземлять, то на частотах, близких 15...30 МГц, резонансный контур будет представлять действенную антенну и потому потребуется существенное улучшение экранировки. Улучшение экранировки возможно, но приведет к увеличению: 1) габаритов и массы резонансного усилителя, что нежелательно для переносного прибора; 2) затрат в связи с экранировкой — примерно на 10 р.; 3) потребности в цветных материалах.

Следовательно, более экономично заземлять обкладку конденсатора.

Пример 4. В принципиальную схему аналого-цифрового преобразователя, применяемого в аппаратуре управления технологическими процессами, можно поставить цифровые интегральные схемы (ИС) структуры ТТЛ или структуры КМОП. Оба варианта будут удовлетворять заданным техническим требованиям (быстродействие и надежность). Поэтому об эффективности принимаемого решения можно судить по уровню интеграции, потребляемой мощности, массе, габаритам и затратам на производство.

Решение. Для создания индикаторного устройства, имеющего 5 разрядов, необходимо: 1) для ИС ТТЛ — 15 микросхем, то есть (счетчик+регистр памяти+дешифратор) $\times 5 = 15$ штук; потребляемая мощность равна $15 \cdot 22 \cdot 10^{-6} = 330$ мВт; 2) для ИС КМОП — всего 10 микросхем, так как в логике КМОП есть ИС К1764Д2, которая объединяет в себе функции

регистра памяти и дешифратора; потребляемая мощность — $10 \cdot 30 \cdot 10^{-6} = 300$ мВт. Видно, что во втором случае снижаются затраты на изготовление индикаторного устройства за счет снижения числа элементов на 5 и числа паяк на 80, снижаются затраты на хранение и транспортировку микросхем. Уменьшаются масса и габариты изделия. Следовательно, с экономической точки зрения более эффективно для индикаторного устройства взять интегральные схемы типа КМОП.

Пример 5. В лабораторную установку для исследования кварцевой стабилизации частоты входят автогенераторы с кварцем, источник питания и термостат с терморегулятором. Для терморегулятора было предложено две схемы (рис. 3, 4), удовлетворяющие техническим характеристикам установки.

Решение. Выбор схемы терморегулятора обуславливают стоимость покупных элементов и потребность в источниках питания. Стоимость покупных элементов для принципа-

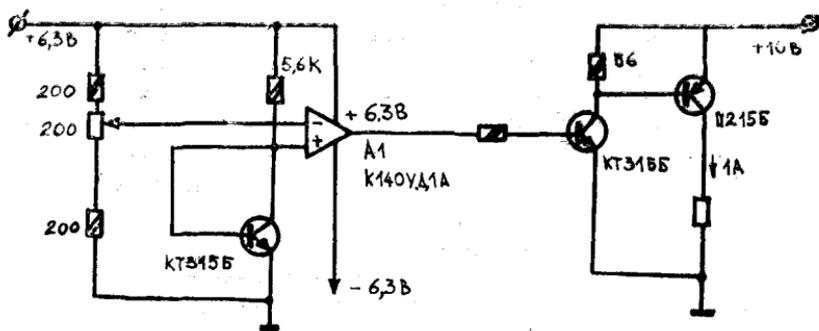


Рис. 3. Принципиальная схема терморегулятора на основе микросхемы (в качестве термодатчика используется транзистор в диодном включении)

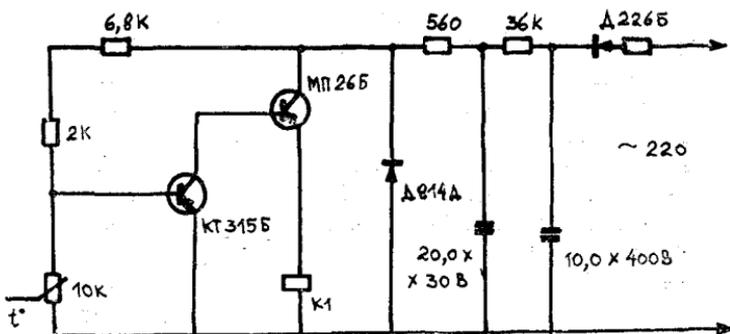


Рис. 4. Принципиальная схема терморегулятора на основе терморезистора ММТ-1

альной схемы терморегулятора на основе микросхемы дана в табл. 2, а для принципиальной схемы терморегулятора на основе терморезистора ММТ-1 — в табл. 3. Стоимость последнего терморегулятора согласно табл. 2 и 3 значительно дешевле (по покупным элементам разница составляет $4,6 - 2,17 = 2,43$ р.). Кроме того, данный терморегулятор требует только одного источника питания, а терморегулятор на основе микросхемы — три различных (+10, +6,3 и -6,3 В).

Таблица 2

Стоимость покупных элементов терморегулятора на основе микросхемы

Наименование элемента	Цена за 1 шт., р.	Количество	Сумма, р.
Операционный усилитель	2,0	1	2,0
Транзистор КТ 315 Б	0,14	2	0,28
Транзистор П 215 Б	2,0	1	2,0
Резистор СПО-0,15	0,2	1	0,2
Резистор МЛТ-0,25	0,02	4	0,08
Резистор ПЭВТ-10	0,04	1	0,04

Итого: 4,6

Таблица 3

Стоимость покупных элементов терморегулятора на основе терморезистора ММТ-1

Наименование элемента	Цена за 1 шт., р.	Количество	Сумма, р.
Транзистор КТ 315 Б	0,14	1	0,14
Транзистор МП 26 Б	0,22	1	0,22
Стабилитрон Д 814 Д	0,1	1	0,1
Диод Д 226	0,1	1	0,1
Резистор МЛТ-0,25	0,02	3	0,06
Терморезистор ММТ-1	0,05	1	0,05
Потенциометр СП-11-1а	0,4	1	0,4
Конденсатор КЭ-1а	0,4	2	0,8
Реле РЭС-10	0,3	1	0,3

Итого: 2,17

Следовательно, предпочтение следует отдать терморегулятору на основе терморезистора ММТ-1 (см. рис. 4).

1.3. ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Как правило, частные технические решения требуют выбора наилучшего соотношения между несколькими экономическими показателями, влияющими на экономическую эффективность в разных направлениях при различных вариантах решений. Например, использование при разработке самолетной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) унифицированных узлов и блоков сокращает сроки разработки и затраты на ее создание и производство, но по сравнению с узлами собственной разработки приводит к увеличению массы и габаритов аппаратуры, увеличению потребляемой энергии, что влечет дополнительный расход топлива и увеличение расходов на эксплуатацию этой аппаратуры и самолета. Поэтому при принятии технического решения необходимо найти такое соотношение унифицированных узлов и узлов собственной разработки, чтобы сумма производственных расходов и затрат на эксплуатацию была минимальной. Подобные задачи можно решить с помощью методов линейного программирования.

Пример 6. Блок обработки радиолокационной информации самолетного радиодальномера должен содержать 100 импульсных трансформаторов, в качестве которых могут быть использованы стандартные трансформаторы или специально разработанные для данного предприятия. Применение стандартных трансформаторов, поставляемых на сборку по кооперации, снижает стоимость производства блока; однако их повышенная масса и габариты (по сравнению со специально разработанными и изготовленными трансформаторами) приводят к увеличению эксплуатационных потерь на транспортирование самолета. Задача состоит в том, чтобы при одновременном использовании в блоке стандартных и специальных импульсных трансформаторов найти их наилучшее соотношение по критерию минимума народнохозяйственных издержек на этапах производства и эксплуатации.

Решение. Обозначим через X_1 искомое количество стандартных импульсных трансформаторов; X_2 — искомое количество импульсных трансформаторов, специально разработанных и изготовленных для данного блока. Пусть $a_1 = 7$ р. — стоимость стандартного трансформатора; $a_2 = 11$ р. — стоимость одного специализированного трансформатора; $b_1 = 1,4$ р. — приведенная стоимость транспортировки самолетом одного стандартного трансформатора; $b_2 = 1,2$ р. — приведенная

стоимость транспортировки одного специализированного трансформатора. Обозначим через Z часть издержек, обусловленную применением импульсных трансформаторов. Тогда

$$Z = X_1(a_1 + b_1) + X_2(a_2 + b_2).$$

Это уравнение носит название целевой функции, для которой нужно найти такие значения аргументов X_1 и X_2 , чтобы $Z = \min$. При решении данной задачи используются также дополнительные условия, называемые балансовыми (в общем случае они могут быть равенствами или неравенствами). Первое балансовое условие: $X_1 + X_2 = C_1 = 100$. Пусть второе балансовое условие отражает специфическую особенность эксплуатации, где затраты не могут превышать некоторую величину $C_2 = 130$ р.: $b_1X_1 + b_2X_2 \leq C_2$. И для первого и для второго случая $X_1 \geq 0$, $X_2 \geq 0$. Отсюда аналитическая форма записи данной задачи будет следующей:

$$\begin{cases} Z = X_1(a_1 + b_1) + X_2(a_2 + b_2) = \min, \\ X_1 + X_2 = C_1, \\ X_1b_1 + X_2b_2 \leq C_2, \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0. \end{cases}$$

Или с числовыми характеристиками:

$$\begin{cases} Z = X_1(7 + 1,4) + X_2(11 + 1,2) = \min, \\ X_1 + X_2 = 100, \\ 1,4 X_1 + 1,2 X_2 \leq 130, \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0. \end{cases}$$

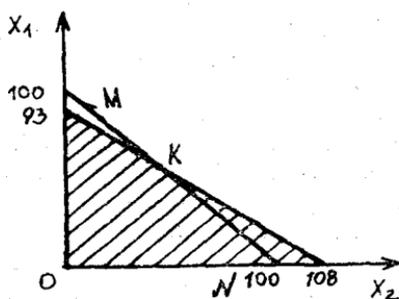


Рис. 5. Построение области допустимых решений

Поскольку аргументов всего два, то решение удобно проследить в графическом виде. На рис. 5 в плоскости $\{X_1, X_2\}$ проведены прямые, соответствующие условию: $X_1 + X_2 = 100$; $1,4 X_1 + 1,2 X_2 = 130$. Причем в заштрихованном треугольнике $1,4 X_1 + 1,2 X_2 \leq 130$, $X_1 \geq 0$, $X_2 \geq 0$.

Область, в пределах которой (включая границы) выполняются все балансовые условия, называется областью допустимых решений (ОДР). С учетом уравнения $X_1 + X_2 = 100$ (ему соответствует на рис. 5 прямая MN) ОДР будет нахо-

даться на отрезке KN указанной прямой, проходящем через заштрихованный треугольник.

Найдем значения X_1 и X_2 в точке K . К этой точке будем иметь:

$$X_1 + X_2 = 100,$$

$$1,4 X_1 + 1,2 X_2 = 130.$$

Из системы уравнения следует $X_1 = X_2/2$. Поставим полученное значение X_1 в уравнение $X_1 + X_2 = 100$, тогда $3 X_2 = 200$. Отсюда $X_2(K) = 67$, $X_1(K) = 33$.

Значения X_1 и X_2 в точке N найдем по графику: $X_1 = 0$, $X_2 = 100$.

Подставляем полученные значения переменных в функцию

$$Z = 8,4 X_1 + 12,2 X_2 \rightarrow \min;$$

для точки K $Z = 8,4 \cdot 33 + 12,2 \cdot 67 = 1094,6$; для точки N

$$Z = 8,4 \cdot 0 + 12,2 \cdot 100 = 1220.$$

Минимальное значение функции будет в точке K —1094,6.

Следовательно, получаем следующее решение задачи: стандартных трансформаторов требуется $X_1 = 33$ штуки, специализированных — $X_2 = 67$ штук, при этом получается минимальная величина затрат на производство и эксплуатацию: $Z = 1094,6$ р.

Для произвольного числа переменных решение задач линейного программирования следует осуществлять симплекс-методом.

1.4. ЗАДАЧИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

1.4.1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЗАДАЧ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Любая радиотехническая система характеризуется множеством внешних $\vec{y} = (y_1 \dots y_i \dots y_m)$ и внутренних $\vec{x} = (x_1 \dots x_j \dots x_n)$ параметров. Внешние параметры описывают систему с точки зрения заказчика или потребителя (достоверность передачи информации в радиотехнических системах передачи информации, различного вида стоимостные затраты и т. д.) и называются показателями качества. Внешние параметры образу-

ют целевую функцию системы $W(\bar{y}) = W(y_1 \dots y_m)$. Система считается оптимальной в смысле выбранного критерия, если она доставляет экстремум целевой функции $\min(\max) W(\bar{y})$. Внутренние параметры описывают систему с точки зрения проектировщика (мощность излучения, длительность импульса и т. д.). Вариацией внутренних параметров разработчик добивается заданных внешних характеристик системы. Однако в зависимости от цели создания системы один и тот же параметр может быть либо внешним, либо внутренним.

На внешние и внутренние параметры (все или часть их) накладываются ограничения, которые определяют области их изменения: для внешних параметров $\Phi_i(\bar{y}) \leq 0$; для внутренних — $\Phi(\bar{x}) \leq 0$.

Совокупность всех ограничений на внутренние и внешние параметры определяет множество допустимых систем, одна из которых, доставляющая экстремум целевой функции, является оптимальной. Математическая задача отыскания (синтеза) оптимальной системы может быть представлена как задача векторного синтеза, заключающаяся в нахождении экстремального значения векторной функции W при известных ограничениях Φ на внешние \bar{y} и (или) внутренние \bar{x} параметры:

$$\begin{cases} W = W(y_1 \dots y_m) \rightarrow \max(\min) \\ \text{при } \Phi_i(\bar{y}) = \Phi_i(y_1 \dots y_m) \leq 0, i = 1, \dots, m. \end{cases} \quad (1)$$

Внешние и внутренние параметры системы объединены уравнениями связи $F(\bar{x}, \bar{y})$:

$$\begin{cases} y_1 = f_1(\bar{x}) = f_1(x_1 \dots x_n), \\ y_m = f_m(\bar{x}) = f_m(x_1 \dots x_n). \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения (2) отображают технико-экономическое построение системы, принципы ее функционирования, взаимное влияние характеристик системы и т. д. С учетом (2) задача (1) переписывается как задача отыскания:

$$\min(\max) W(x_1 \dots x_n) \text{ при } \Phi(x_1 \dots x_n) \leq 0, \quad (3)$$

то есть при синтезе системы необходимо найти вектор \bar{x}_0 , удовлетворяющий совокупности ограничений Φ и доставляющий экстремум показателя W . Следует заметить, что в общем случае задача (3) является нелинейной и требует привлечения к ее решению специалистов соответствующего профиля.

1.4.2. ВЫБОР КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ

Особенностью сложных радиотехнических систем является необходимость их оценки по многим показателям качества: точности, надежности, стоимости и т. д. Показатель же системы в целом должен быть представлен в виде одного общего показателя, включающего все учитываемые частные показатели, которые могут быть изменены.

Трудности выбора критерия и формирования целевой функции объясняются противоречивыми требованиями, предъявляемыми к ним. Укажем четыре основных принципа, по которым формируется критерий эффективности:

1) критерий должен отражать назначение проектируемой системы, т. е. степень соответствия системы своему назначению;

2) учитывать все существенные параметры системы и быть критичным к ним;

3) отвечать принципу единственности, т. е. обеспечивать минимум затрат (ресурсов) для достижения заданной эффективности либо максимум эффективности при заданных затратах;

4) допускать возможность определения его численного значения, быть достаточно простым и иметь физический смысл.

Таким образом, большое число учитываемых критерием параметров позволит полнее провести оптимизацию системы и отразить ее назначение, но при этом часто возникают непреодолимые трудности расчетного порядка, ибо функция $W(\bar{y})$ представляет собой векторную функцию множества разноразмерных величин (противоречие принципа 4 принципам 1 и 2).

Для сведения задачи векторного синтеза к задаче скалярного синтеза разработано несколько форм целевой функции:

Первая форма представляется в виде одного внешнего параметра. При этом все остальные $(m - 1)$ внешние параметры переводятся в ограничения типа равенств или неравенств. Несмотря на простоту и ясный физический смысл, первая форма ограничена в использовании из-за значительной доли произвола при выборе одного — главного параметра.

Вторая форма — это упорядоченная совокупность целевых функций первой формы с приоритетами. Подобная ранжировка, т. е. расположение элементов в порядке значимости, позволяет использовать простой метод решения оптимизаци-

онной задачи. Однако далеко не всегда можно проранжировать внешние параметры.

Третья форма представляет собой сумму параметров или функций одной размерности. Наиболее приемлема данная форма при оптимизации по экономическим параметрам, однако для получения целевой функции в явном виде необходимо перевести технические параметры в экономические. В качестве целевой функции можно принять: эксплуатационные расходы C , капитальные вложения K или приведенные затраты Z (с учетом их изменений — ΔC , ΔZ , ΔK); экономию на эксплуатационных расходах Θ ; прибыль или экономический эффект $\Pi = \Theta - K$. В силу аддитивности экономических параметров задача оптимального проектирования системы может быть сведена к нахождению экстремума скалярной функции многих переменных:

$$\min_{\bar{x}} C = \min_{\bar{x}} \sum_i [C_i(\bar{x}) + \Delta C_i(\bar{x})],$$

$$\min_{\bar{x}} Z = \min_{\bar{x}} \sum_i [Z_i(\bar{x}) + \Delta Z_i(\bar{x})],$$

$$\min_{\bar{x}} K = \min_{\bar{x}} \sum_i [K_i(\bar{x}) + \Delta K_i(\bar{x})],$$

$$\max_{\bar{x}} \Theta = \max_{\bar{x}} \sum_i \Theta_i(\bar{x}),$$

$$\max_{\bar{x}} \Pi = \max_{\bar{x}} \sum_i \{\Theta_i(\bar{x}) - \sum_i [K_i(\bar{x}) - \Delta K_i(\bar{x})]\}.$$

Четвертая форма целевой функции есть некоторая результирующая (чаще всего весовая) зависимость от всех внешних параметров различной размерности. При этом для назначения весовых коэффициентов используется метод экспертных оценок, объективность которых может быть обеспечена проведением специальных психологических и социологических исследований.

Пятая форма — комбинированная, при которой для m' параметров вводится результирующая зависимость по формам 3 и 4, а на остальные $m - m'$ параметров накладываются ограничения, как при представлении целевой функции в форме 1.

Наиболее плодотворной и перспективной следует считать третью форму целевой функции, однако для ее реализации необходимо отыскивать взаимосвязь между экономическими (внешними) параметрами системы и набором ее технических характеристик, а также соотношением между техническими (внутренними) параметрами системы. Указанные формы целевой функции используются с известной долей субъективиз-

ма и относятся к разряду условных критериев (УК). Вместе с тем в ряде случаев оптимальное решение можно принять, исходя из непосредственного решения векторного неравенства. Этот метод векторного синтеза основан на безусловном критерии (БК).

1.4.3. МЕТОДЫ ВЕКТОРНОЙ ОЦЕНКИ ПРИ ПРИНЯТИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИИ

Если внешние параметры системы \bar{y} являются стандартными, т. е. неотрицательными и такими, что чем они меньше, тем лучше система, то при $\bar{W}_1 \leq \bar{W}_2$ первая система безусловно лучше второй. Действительно, в этом случае $y_i^{(1)} \leq y_i^{(2)}$, но хотя бы для одного параметра $y_{i=k}$ выполняется строгое неравенство $y_k^{(1)} < y_k^{(2)}$.

Метод непосредственного использования векторного неравенства для дискретного множества $M = \{S_1 \dots S_5\}$ наглядно представлен на рис. 6.

Здесь система S_2 лучше системы S_1 , так как оба параметра $y_1^{(2)}$ и $y_2^{(2)}$ для S_2 меньше соответствующих параметров $y_1^{(1)}$ и $y_2^{(1)}$ первой системы. Аналогично система S_3 лучше, чем S_2 . Таким образом, из систем S_1, S_2, S_3 лучшей является система S_3 . Далее, система S_4 лучше, чем S_5 , так как при равенстве $y_2^{(4)} = y_2^{(5)}$ параметр $y_1^{(4)}$ меньше параметра $y_1^{(5)}$. В то же время системы S_3 и S_4 несравнимы: система S_3 лучше, чем S_4 , по параметру y_1 , а по параметру y_2 лучшей является система S_4 . В результате находится некоторое множество так называемых «нехудших» систем $M_{\text{НХ}} = \{S_3, S_4\}$.

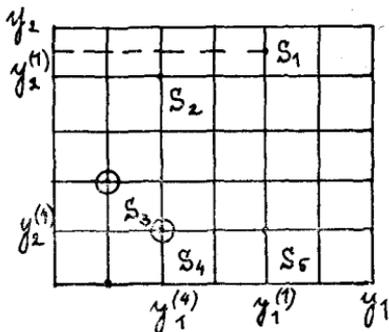


Рис. 6. Иллюстрация использования векторного неравенства

Дальнейший выбор единственной оптимальной системы из множества $M_{\text{НХ}}$ предполагает использование УК, т. е. одной из форм целевых функций, сводящих задачу векторного анализа к скалярной.

1.4.4. МЕТОДЫ СКАЛЯРНОЙ ОЦЕНКИ ПРИ ПРИНЯТИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИИ

Наиболее простой формой целевой функции является представление ее в виде одного внешнего параметра с переводом остальных внешних параметров в ограничения (первая

форма). Как было отмечено выше, за простотой и ясным физическим смыслом скрывается значительная доля субъективизма. Если же использовать весовую функцию (четвертая форма), то при учете всех показателей возникает субъективизм в назначении весовых коэффициентов, выравнивающих размерность. Вместе с тем, осуществляя нормирование внешних показателей, можно существенно снизить субъективизм при принятии оптимального решения.

Наиболее известен минимаксный метод, согласно которому лучшей является система, имеющая наименьшие из наилучших нормализованных параметров:

$$\max_i \{y_i^*\} = \max \left(\frac{y_1}{y_{1 \max}} \dots \frac{y_i}{y_{i \max}} \dots \frac{y_m}{y_{m \max}} \right) \Rightarrow \min,$$

$$\text{или } \max \left(\frac{y_{1 \min}}{y_1} \dots \frac{y_{i \min}}{y_i} \dots \frac{y_{m \min}}{y_m} \right) \Rightarrow \min,$$

$$\text{или } \max \left(\frac{y_1 - y_{1 \min}}{y_{1 \max}} \dots \frac{y_i - y_{i \min}}{y_{i \max}} \dots \frac{y_m - y_{m \min}}{y_{m \max}} \right) \Rightarrow \min.$$

Пример применения метода УК. Различные варианты построения системы радиоуправления имеют вероятность поражения цели $P_{\text{пор}}$, надежность (наработка на отказ) λ и стоимость C . Требуется выбрать оптимальную (из восьми приведенных) систему по первой и четвертой формам целевой функции.

Приведем заданные показатели к стандартному виду: $P_{\text{промаха}} = 1 - P_{\text{пор}}$. Результаты сведем в табл. 4. Используя БК, можно видеть, что по показателю $P_{\text{пром}}$ лучшей является система S_2 , по надежности — S_3 , по стоимости — S_1 . Получим $\text{МНХ} = \{S_1, S_2, S_3\}$.

Таблица 4

Показатели систем радиоуправления

Варианты систем	Исходные параметры				Условные критерии							
	$P_{\text{пор}}$	$P_{\text{пром}}$	$\frac{\lambda, 10^{-4}}{1/\text{ч}}$	$C, \text{ тыс. р.}$	K_1	K_2	K_3	K_{\max}	K'_1	K'_2	K'_3	K'_{\max}
S_1	0,8	0,2	0,5	3,5	0,2	0,5	0,35	0,5	0,2	0,4	0	0,4
S_2	0,9	0,1	0,6	4,0	0,1	0,6	0,4	0,6	0,1	0,5	0,05	0,5
S_3	0,85	0,15	0,1	5,0	0,15	0,1	0,5	0,5	0,15	0	0,15	0,15
S_4	0,7	0,3	0,5	3,5								
S_5	0,8	0,2	0,45	5,5								
S_6	0,8	0,2	0,6	4,0								
S_7	0,85	0,15	1,0	8,0								
S_8	0,85	0,15	0,6	10								

Далее рассчитываем нормализованные показатели

$$K_1 = \frac{y_1}{y_{1 \max}}, K_2 = \frac{y_2}{y_{2 \max}}, K_3 = \frac{y_3}{y_{3 \max}},$$

$$K'_1 = \frac{y_1 - y_{1 \min}}{y_{1 \max}}, K'_2 = \frac{y_2 - y_{2 \min}}{y_{2 \max}}, K'_3 = \frac{y_3 - y_{3 \min}}{y_{3 \max}},$$

где исходя из физического смысла $y_{1 \max} = 1$ и $y_{1 \min} = 0$; из исходных данных $y_{2 \max} = 10^{-4}$ л/ч, $y_{2 \min} = 0,1 \cdot 10^{-4}$ л/ч и $y_{3 \max} = 10$ тыс. р., $y_{3 \min} = 3,5$ тыс. р. Данные расчета заносим в табл. 4. Получаем: при K_{\max} лучшими являются системы S_1 и S_3 , а при K'_{\max} — система S_3 .

1.5. ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МЕТОДАМИ ВЗВЕШЕННОЙ ОЦЕНКИ

Метод взвешенной оценки применяется для обоснования частных технических решений, как правило, в том случае, если имеется различие в технико-экономических показателях (ТЭП) сравниваемых вариантов решений, т. е. когда часть ТЭП лучше у одного варианта, а часть — у другого, и задачу выбора наиболее экономичного варианта трудно свести к расчету экономической эффективности, т. е. к оценке вариантов по стоимостным показателям. Суть метода взвешенной оценки заключается в приведении всех ТЭП сравниваемых вариантов к одному комплексному показателю (взвешенной оценке), что облегчает выбор варианта.

Для сравнения различных методов оценки частных технических решений рассмотрим пример 1 из 1.2 (сравнение двух вариантов триггеров: I вариант — с коллекторно-базовыми связями, II вариант — с нелинейными обратными связями). Для сравнения триггеров сначала составляется таблица ТЭП в натуральных единицах (см. табл. 5, часть 1). Оценка вариантов в натуральных показателях представляет значительную сложность даже для специалистов, поэтому для упрощения оценки вариантов решений переходят к относительной оценке показателей в процентах.

Вначале рассмотрим случай, когда технические характеристики I и II вариантов триггеров удовлетворяют техническим требованиям разрабатываемого изделия. Тогда задачу выбора наиболее эффективного варианта можно решить упрощенно, приняв условно для технических характеристик, удовлетворяющих требованиям, относительную оценку 100 % (см. табл. 5). Для показателей «быстродействие» и «амплитуда»

Таблица 5

Упрощенный выбор варианта триггера

Тип триггеров	Часть I Сравнение ТЭП в натуральных единицах		Часть II Сравнение ТЭП в относительных единицах (%)	
	Вариант I	Вариант II	Вариант I	Вариант II
	Быстродействие, мкс	0,8	0,4	100
Надежность, 1/ч	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	100	60
Амплитуда выходного импульса, В	5,2	4,6	100	100
Стоимость покупных элементов, р	2,5	3,1	100	80

выходного импульса (варианты I и II), удовлетворяющих техническим требованиям разрабатываемого изделия, ставится относительная оценка 100 %. А такие показатели, как надежность и стоимость покупных элементов, не являющиеся равноценными, для лучшего варианта имеют относительную оценку 100 %, а для худшего — оценка определяется по формуле

$$X = (q \cdot 100) / f,$$

где q — меньшее значение показателя; f — большее значение показателя.

В результате из табл. 5 можно видеть, что для всех показателей варианта I принята относительная оценка, равная 100%. Вариант II имеет два показателя (надежность и стоимость покупных элементов) с оценкой, меньшей 100%, что говорит о преимуществах первого варианта над вторым. При этом взвешенной оценки не требуется.

В случае, когда технические характеристики вариантов не полностью удовлетворяют требованиям разрабатываемого изделия, целесообразно эффективность того или иного варианта определять методом взвешенной оценки. Например, если от триггера нужно получить выходное напряжение 5 В, а быстродействие — 0,6 мкс, то варианты I и II в примере I станут «несравнимы»: по одному показателю лучше первый вариант (выходное напряжение 5,2 В), по другому — второй (быстродействие 0,4 мкс). В этом случае необходимо использовать метод взвешенной оценки. Расчеты следует проводить в таком порядке:

1. Дать оценку вариантов по натуральным показателям (см. табл. 6, часть I).

2. В связи с невозможностью определить лучший вариант по оценке ТЭП в натуральных единицах перейти в части II табл. 6 к относительной оценке вариантов по каждому показателю в отдельности: лучшему показателю ставится 100%, а для худшего показателя процент определится по следующим формулам:

для прямой зависимости качества от величины показателя (например, для производительности, мощности и др.)

$$K_i = P_i/P_{ia} \cdot 100;$$

для обратной зависимости качества от величины показателя (например, масса, трудоемкость и др.)

$$K_i = (P_i/P_{ia})^{-1} \cdot 100;$$

при наличии предельных значений показателей качества

$$K_i = \frac{P_i - P_{i \text{ пр}}}{P_{ia} - P_{i \text{ пр}}} \cdot 100,$$

где P_i — абсолютное значение i -го показателя качества оцениваемой продукции; P_{ia} — абсолютное значение i -го показателя качества аналога (базового варианта) продукции; $P_{i \text{ пр}}$ — предельное значение показателя качества продукции. Это наиболее часто встречающиеся соотношения.

Для повышения точности относительной оценки предлагается существенно расширить количество зависимостей:

вероятность безотказной работы

$$K_i = \frac{\ln(1 - P_i)}{\ln(1 - P_{ia})} \cdot 100;$$

вероятность достижения конечной цели (обнаружение объекта, попадание в цель и др.)

$$K_i = \frac{\ln(1 - P_i \rho_i)}{\ln(1 - P_{ia} \rho_{ia})} \cdot 100,$$

где ρ_i , ρ_{ia} — вероятность достижения конечной цели новым устройством и аналогом соответственно;

универсальность

$$K_i = n_{ia}/n_i \cdot 100,$$

где n_{ia} , n_i — число рабочих каналов (измеряемых параметров) базового и нового устройства соответственно;

изменение срока службы

$$K_i = \frac{1/T_{сл \text{ } ia} - E_n}{1/T_{сл \text{ } i} - E_n} \cdot 100,$$

где $T_{сл \text{ } ia}$, $T_{сл \text{ } i}$ — срок службы аналога и нового устройства

соответственно; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности;

дальность действия устройства

$$K_i = L_{ia}^2 / L_i^2 \cdot 100,$$

где L_i, L_{ia} — дальность действия нового устройства и аналога соответственно;

чувствительность устройства (например, приемного устройства)

$$K_i = \sqrt{P_{ia}/P_i} \cdot 100;$$

излучаемая мощность

$$K_i = \sqrt{W_i/W_{ia}} \cdot 100,$$

где W_{ia}, W_i — излучаемая мощность нового и базового устройства соответственно.

Примечание. Так как приведенные выше формулы имеют несколько сфер применения и на них еще будут ссылки в настоящем пособии (см. 2.1, 4.6), здесь применены следующие названия сравниваемых вариантов решений: *базовое устройство*, или *аналог* (вариант, которому присвоена относительная оценка 100%) и *новое устройство* (вариант, относительную оценку которого необходимо определить по отношению к оценке базового устройства).

Итак, относительная оценка худшего показателя определяется по одной из приведенных выше формул. Возможно применение и других зависимостей, если имеющиеся зависимости не отвечают характеру изменения показателя при его сопоставлении. Результаты заносятся в табл. 6 часть II.

Таблица 6

Выбор варианта триггера методом взвешенной оценки

ТЭП триггров	Часть I. Сравнение вариантов в натуральных единицах		Часть II. Сравнение вариантов в %		Часть III. Сравнение показателей (уд. вес)					Часть IV Взвешенная оценка	
	I	II	I	II	1	2	3	4	Уд. вес	I	II
1	0,8	0,4	50	100	—	1	1	1	3	150	300
2	1,2·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁵	100	60	0,1	—	0,3	0,4	0,8	80	48
3	5,2	4,6	100	88,5	0,3	1	—	1	2,3	230	203,5
4	2,5	3,1	100	80,6	0,2	1	0,5	—	1,7	170	137

Итого: 630 688,5

Примечание. Техничко-экономические показатели триггеров обозначены арабскими цифрами согласно табл. 5.

3. Так как в части II табл. 6 имеется разброс показателей (часть показателей лучше у одного варианта, а часть — у другого), то следует перейти к взвешенной оценке, когда все показатели сводятся к одному комплексному. В части III табл. 6 показатели попарно сравниваются между собой. Показателю, которому отдается предпочтение, присваивается единица. Для второго показателя проставляется удельный вес его значимости (равный или меньше единицы). Значимость одного показателя по отношению к значимости другого определяется уровнем затрат общественного труда при изменении показателей на заданные величины. При сравнении показателей учитываются все требования к изделию, определяющие приоритет в удельном весе одного из показателей: его целевая функция, которой определяются условия работы; жесткость требований к техническим параметрам; затраты, связанные с увеличением показателя до требуемой величины, и др.

Например, какое присвоить значение удельным весам показателей «быстродействие» и «амплитуда выходного импульса»? Это определяется затратами, которые необходимо вложить, чтобы увеличить быстродействие триггера с коллекторно-базовыми связями до 0,5 мкс или чтобы увеличить амплитуду выходного импульса триггера с нелинейными обратными связями до 5 В. Увеличение быстродействия требует больших затрат (примерно в 3 раза), чем увеличение амплитуды импульса. Поэтому параметру «быстродействие» присваиваем удельный вес, равный 1, а параметру «амплитуда выходного импульса» — 0,3.

Рассмотрим параметр «надежность». Практика проектирования радиоустройств показывает, что затраты на повышение быстродействия примерно в 8...10 раз превышают затраты на повышение надежности, поэтому надежность по сравнению с быстродействием будет оцениваться как 0,1 : 1,0.

С помощью аналогичных рассуждений определены удельные веса остальных показателей сравниваемых вариантов триггеров, которые приведены в части III табл. 6.

4. Определить сумму удельных весов каждого из показателей (часть III табл. 6).

5. Данные части II табл. 6 по вариантам умножить на сумму удельных весов. Получается взвешенная оценка показателей. Результаты расчетов свести в часть IV табл. 6.

6. Просуммировать взвешенные оценки показателей по каждому варианту. Вариант, имеющий большую взвешенную оценку, считается оптимальным. В приведенном примере — это вариант II, имеющий взвешенную оценку 688,5. У вари-

анта I взвешенная оценка равна 630, что меньше 688,5 на 58,5 балла.

Если дать взвешенную оценку вариантов триггеров для случая, когда оба они удовлетворяют техническим требованиям разрабатываемого изделия, то можно видеть, что в этом случае будет более оптимальным вариант I, имеющий взвешенную оценку 885, а у варианта II взвешенная оценка будет 663,5 (табл. 7).

Таблица 7

Взвешенная оценка для триггеров, удовлетворяющих требованиям разрабатываемого изделия

Показатели (согласно табл. 5)	Часть I		Часть II		Часть III					Часть IV	
	I	II	I	II	1	2	3	4	Уд. вес	I	II
1	0,8	0,4	50	100	—	0,6	0,5	0,2	1,3	65	130
2	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	100	60	1	—	0,8	0,6	2,4	240	144
3	5,2	4,6	100	88,5	1	1	—	0,8	2,8	280	248
4	2,5	3,1	100	80,6	1	1	1	—	3,0	300	241,5
Итого:										885	663,5

Результаты расчетов, приведенные в табл. 6 и 7, свидетельствуют о достаточно высокой точности метода взвешен-

Таблица 8

Взвешенная оценка выбора варианта селективно-

№ п/п	Технико-экономические показатели	Часть I. Сравнение вариантов в натураль- ных единицах		Часть II. Сравнение вариантов в %	
		I	II	I	II
1	Диапазон частот, мГц	1,5—30	1,5—30	100	100
2	Напряжение на входе, В	$1,5 \cdot 10^{-5}$ —5	10 ³	100	7
3	Источник питания, В	9	15	100	63
4	Цена, р.	867	920	100	73
5	Коэффициент усиления	580	1000	58	100
6	Время, в течение кото- рого будет производиться элемент, годы	10—15	2—3	100	25

ной оценки. Однако следует отметить, что при этом анализе необходимо достаточно хорошо знать проектируемое изделие, условия его эксплуатации, владеть методами экономического анализа при назначении «весов», иначе ошибки в расчетах могут оказаться недопустимо большими. Кроме того, чтобы избежать ошибок, необходимо проводить после окончания расчетов проверку правильности проведенного анализа и расчетов по следующим правилам:

1. У ведущего показателя в части III все удельные веса всегда равны 1. У следующего за ним по важности показателя количество единиц меньше на одну и т. д.

2. Если показатели расположить по их приоритетности (по убыванию или возрастанию сумм удельных весов), то по всем строкам и столбцам должно идти возрастание удельных весов в направлении к единице.

3. Ведущие показатели всегда показывают, на основе чего осуществляется выбор варианта решения, то есть в чем эффективность принимаемого решения. Эти показатели дают основу эффективности (экономической, социальной и др.) принятого решения.

Примечания: 1. В главе II «Оценка технического уровня разработок» приводятся дополнительные методы проверки метода взвешенной оценки, которые обеспечивают еще большую точность полученного результата, сводя практически к минимуму вероятность ошибки при анализе. 2. При назначении удельных весов в части III таблицы взвешенной оценки могут быть полезными удельные стоимости параметров. Например, стоимость 1 Вт мощности передатчика составляет 90 ... 200 р./Вт, удельная стоимость антенны — 700 ... 800 р./м².

-измерительного блока

Часть III. Сравнение показателей							Часть IV. Взвешенная оценка		
1	2	3	4	5	6	Уд. вес	I	II	
—	1	1	0,8	1	1	4,8	480	480	
0,9	—	1	0,8	0,9	1	4,6	460	31,2	
0,9	0,8	—	0,7	0,8	1	4,2	420	263,5	
1	1	1	—	1	1	5,0	500	432	
0,9	1	1	0,8	—	1	4,7	254,2	470	
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	—	3,0	300	60	
Итого:								2414,2	1736,7

Для выяснения других особенностей применения метода взвешенной оценки при принятии частных технических решений следует рассмотреть еще ряд примеров.

Пример 7. Селективно-измерительный блок, входящий в измеритель КВВ КВ-диапазона, можно собрать либо на основе цифровых микросхем (вариант I), либо на основе аналоговых микросхем (вариант II). Достоинства блока по варианту II: схема более компактна, так как операционный усилитель может заменить весь комплекс каскадов. Недостатки: необходимость стабильного двухполярного питания; обработка сигналов порядка милливольт; сложность выбора

Таблица 9

Взвешенная оценка при выборе частотно-избирательной

ц/п №	Технико-экономические показатели	Часть I. Сравнение вариантов в натуральных единицах		Часть II. Сравнение вариантов в %	
		I	II	I	II
1	Потери, дБ	1,5	2,3	100	70
2	Добротность	700	300	100	43
3	Габариты	300-110-14	220-130-19	95	100
4	Масса, кг	0,65	0,35	55	100
5	Цена, р.	970,93	1076,6	100	91

Таблица 10

ТЭП микросхем в натуральных и относительных единицах

№ п/п	Технико-экономические показатели	Часть I. Сравнение вариантов в натуральных единицах			Часть II. Сравнение вариантов в %		
		I	II	III	I	II	III
1	Информационная емкость памяти, биты	4096	1024	4096	100	25	100
2	Время записи одного бита информации, нс	70	50	40	57	80	100
3	Цена, р. за шт.	2,0	4,0	5,0	100	50	40

микросхемы, производство которой было бы гарантировано в течение 10—15 лет. Исходные данные и относительная оценка показателей даны в частях I и II табл. 8.

Так как вариант селективно-измерительного блока на основе микросхем по коэффициенту усиления уступает варианту блока на основе аналоговых микросхем, а по четырем показателям превосходит его, то можно для уточнения выбора наиболее оптимального варианта перейти к взвешенной оценке вариантов (см. части III и IV табл. 8).

Из табл. 8 можно видеть, что вариант I лучше, так как имеет бóльшую взвешенную оценку: $2414,2 \gg 1736,7$.

системы

Часть III. Сравнение показателей между собой (удельный вес)						Часть IV. Взвешенная оценка	
1	2	3	4	5	Уд. вес	I	II
—	1	1	0,9	0,8	3,7	370	259
0,8	—	0,9	0,7	0,4	2,8	280	120,4
0,9	1	—	0,8	0,8	3,5	332	350
1	1	1	—	0,9	3,9	207	390
1	1	1	1	—	4,0	400	364
Итого:						1592	1523,4

Часть III. Сравнение показателей между собой (уд. вес)					Часть IV. Взвешенная оценка	
1	2	3	Уд. вес	I	II	
—	0,1	0,2	0,3	30	30	
1	—	1	2,0	114	200	
1	0,2	—	1,2	120	48	
Итого:					264	278

Пример 8. Частотно-избирательную систему можно собрать на основе коаксиальных линий (вариант I) или полосковых фильтров (вариант II). Техничко-экономические показатели вариантов и их относительная оценка даны в частях I и II табл. 9.

Так как варианты частотно-избирательной системы на коаксиальных линиях и на полосковых фильтрах имеют разброс в показателях: у варианта I лучше 1, 2 и 5-й показатели, а у варианта II — 3-й и 4-й, то необходимо дать взвешенную оценку сравниваемых вариантов (см. части III и IV табл. 9).

Из табл. 9 можно видеть, что вариант I лучше варианта II, так как имеет лучшую взвешенную оценку: $1592 > 1523,4$.

Пример 9. В запоминающем устройстве блока ввода информации для модема M-1200 РЦ в качестве элементов памяти можно использовать интегральные схемы типов: вариант I — K541 PУ1A, вариант II — K500 PУ401, вариант III — K537 PУ2A. На вход устройства ввода информации поступают как низкочастотные, так и высокочастотные сигналы. Часть вводимой информации лежит в таком спектре частот, который требует, чтобы время записи одного бита информации не превышало 45 нс. ТЭП микросхем приведены в табл. 10.

Из табл. 10 (части I и II) можно видеть, что вариант II по всем показателям уступает вариантам I и III, поэтому из дальнейшего рассмотрения он исключается. Вариант III может быть использован во всех каналах устройства ввода, но он самый дорогой. Вариант I дешевле, но требует применения в высокочастотных каналах ввода промежуточных запоминающих элементов, удовлетворяющих частотным требованиям. Поэтому в данном случае на основании простого стоимостного сравнения сделать однозначный вывод не удастся. Необходимо использовать метод взвешенной оценки по отношению к I и III вариантам. Экспертная оценка показателей и расчет взвешенной оценки приведены в табл. 10 (части III и IV).

Из табл. 10 видно, что для построения запоминающего устройства, удовлетворяющего заданным требованиям, целесообразно использовать III вариант микросхем, так как он имеет большую взвешенную оценку: $278 > 264$.

Пример 10. Сравнить методы измерения характеристик перекрестивных цифровых фильтров: вариант I — методы цифровой обратной связи и вариант II — аналоговый способ. ТЭП устройств, реализующих эти методы, и их относительная оценка даны в табл. 11.

Вариант I, имеющий для всех показателей относительную оценку 100%, явно лучше варианта II и потому не следует делать взвешенную оценку для выявления лучшего варианта.

Таблица 11

*ТЭП методов измерения характеристик
нерекурсивных цифровых фильтров*

Технико-экономические показатели	Часть I. Сравнение вариантов в натураль- ных единицах		Часть II. Сравне- ние вариантов в %	
	I	II	I	II
Цена устройства, р.	384,3	1320	100	29
Точность измерения, дБ	-80	-60	100	10
Измеряемые характеристики	АЧХ, ФЧХ, шумы		100	66
Надежность, 1/ч	3000	2000	100	66
Степень унификации	0,9	0,9	100	100

1.6. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Выбор варианта технологического процесса и его экономическое обоснование имеют существенные отличия от других частных технических решений, что вызывает необходимость отдельного рассмотрения этого вопроса. Оптимальный вариант технологического процесса должен обеспечивать высокое качество продукции, минимальные затраты труда и средств на его выполнение. Для выбора оптимального варианта технологического процесса необходимо произвести сравнительный экономический расчет для различных вариантов технологических процессов.

Существует несколько методов расчета экономической эффективности при выборе оптимального варианта технологического процесса:

- по технологической себестоимости;
- по приведенным годовым затратам;
- по себестоимости станко-часа работы оборудования;
- по себестоимости часа работы типового технологического процесса;
- сравнением стоимости специальной оснастки.

Наиболее часто в радиотехнической промышленности применяются первые два метода расчета экономической эффективности варианта технологического процесса. Они и будут рассмотрены в настоящем пособии.

В отличие от полной себестоимости изделия в технологическую себестоимость включаются не все затраты на производство и сбыт продукции, а только те из них, которые изменяются при переходе от одного варианта технологического процесса к другому. В технологическую себестоимость могут быть включены следующие затраты:

$$C_{\text{тех}} = M_{\text{осн}} + C_{\text{пки}} + M_{\text{всп}} + O_{\text{сс}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} + \\ Z_{\text{нал}} + P_{\text{эл}} + A_{\text{об}} + P_{\text{присп}} + A_{\text{пл}} + P_{\text{инстр}} + \dots,$$

где $M_{\text{осн}}$ — затраты на основные материалы; $M_{\text{пки}}$ — стоимость покупных комплектующих изделий (радиоэлементов); $M_{\text{всп}}$ — стоимость вспомогательных материалов; $O_{\text{сс}}$ — отчисления на социальное страхование от затрат на заработную плату основных производственных рабочих; $Z_{\text{доп}}$ — затраты на дополнительную заработную плату основных производственных рабочих; $Z_{\text{осн}}$ — затраты на основную заработную плату основных производственных рабочих; $Z_{\text{нал}}$ — затраты на основную и дополнительную заработную плату наладчика с учетом отчислений на социальное страхование; $P_{\text{эл}}$ — расходы на электроэнергию; $A_{\text{об}}$ — расходы на амортизацию оборудования; $P_{\text{присп}}$ — затраты на приспособления; $A_{\text{пл}}$ — амортизация производственных площадей; $P_{\text{инстр}}$ — затраты на инструмент.

Для удобства вычислений расчет технологической себестоимости можно вести по формуле

$$C_{\text{тех}} = A + B/N,$$

где A — условно-переменные затраты, то есть затраты, меняющиеся в соответствии с изменением производственной программы и пропорционально ей. К ним относятся: затраты на основные материалы и зарплату; отчисления на социальное страхование; амортизация оборудования; эксплуатация нормализованных приборов, инструментов и приспособлений, отнесенные по норме на одну деталь и др.; B — условно-постоянные затраты, то есть затраты, отнесенные на изготовление всей производственной программы деталей и сборочных единиц, осуществляемые один раз или периодически. К ним относятся: расходы на зарплату наладчиков с дополнительной зарплатой и отчислениями на соцстрах; стоимость специализированных инструментов и приспособлений, необходимых для выполнения всей годовой производственной программы; расходы на эксплуатацию и ремонт спецоснастки (принимаются равными 20 % от ее стоимости); N — количество деталей или сборочных единиц в годовой производственной программе.

Используя эту формулу, можно определить изменение себестоимости единицы продукции в зависимости от производственной программы, построить график зависимости $C_{\text{тех}}$ от N (рис. 7); определить критическую программу $N_{\text{кр}}$, при которой технологическая себестоимость продукции будет одинакова для рассматриваемых вариантов технологических процессов.

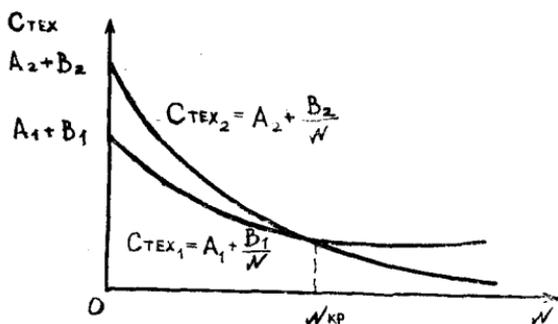


Рис. 7. График зависимости $C_{\text{тех}}$ от программы N

Как видно из рис. 7, получен график нелинейной зависимости. Его построение и использование затруднены, поэтому на практике чаще применяется линейная зависимость затрат на программу в целом (рис. 8).

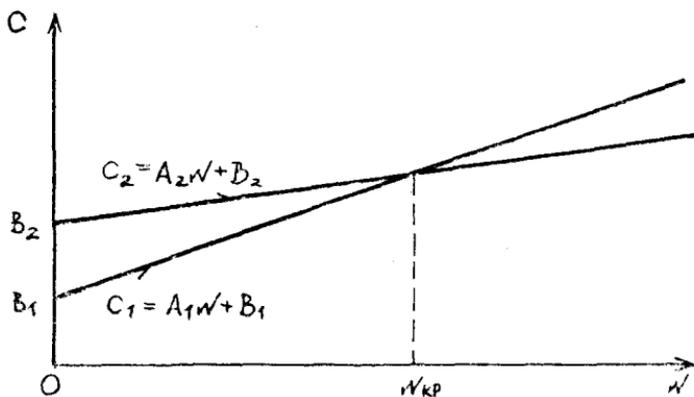


Рис. 8. График зависимости затрат на программу от величины N

Если приравнять стоимость всей программы по двум вариантам:

$$C_2 = C_1,$$

$$A_2 N_{кр} + B_2 = A_1 N_{кр} + B_1,$$

$$N_{кр} (A_2 - A_1) = B_1 - B_2,$$

то получим критическую величину программы

$$N_{кр} = (B_1 - B_2) / (A_2 - A_1).$$

При $N < N_{кр}$ эффективнее применять вариант 1, а при $N > N_{кр}$ — вариант 2.

Расчет элементов технологической себестоимости выполняется по следующим формулам:

1. Затраты на основные материалы

$$M_{осн} = (H S - H_{отх} S_{отх}) N,$$

где H — норма расхода материала на 1 шт., кг; S — стоимость 1 кг материала, р./кг; $H_{отх}$ — норма отходов материала на 1 шт., кг; $S_{отх}$ — стоимость 1 кг отходов, р./кг.

2. Затраты на покупные комплектующие изделия (ПКИ)

$$M_{пки} = N_{пки} S_{пки},$$

где $N_{пки}$ — количество ПКИ, шт.; $S_{пки}$ — цена 1 шт. ПКИ, р./шт.

3. Затраты на вспомогательные материалы

$$M_{всп} = H_{всп} S_{всп}$$

($H_{всп}$ — норма вспомогательных материалов на 1 шт., кг; $S_{всп}$ — стоимость вспомогательных материалов, р./кг).

4. Затраты на основную заработную плату основных рабочих

$$З_{осн} = (t_{шк} N / 60) C_1 K_{ср} K_{пр},$$

где $t_{шк}$ — штучно-калькуляционная норма времени, мин; C_1 — тарифная ставка 1 разряда, р./ч.; $K_{ср}$ — средний тарифный коэффициент; $K_{пр}$ — коэффициент премий (1,15...1,25); N — годовая программа, шт.

5. Дополнительная заработная плата

$$З_{доп} = (K_{доп} - 1) З_{осн}$$

($K_{доп}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (1.1)).

6. Отчисления на социальное страхование

$$O_{сс} = (K_{сс} - 1) (З_{осн} + З_{доп})$$

($K_{сс}$ — коэффициент отчислений на соцстрах (1.14)).

7. Затраты на заработную плату наладчиков

$$Z_{\text{нал}} = (t_{\text{нал}}/60) C_{\text{нал}} K_{\text{доп}} K_{\text{сс}} m,$$

где $t_{\text{нал}}$ — трудоемкость одной наладки, мин; $C_{\text{нал}}$ — средняя часовая ставка наладчика, р./ч; m — количество наладок оборудования в год, шт.; $m = N/n$ (n — партия запуска деталей или сборочных единиц, шт.).

8. Расходы на электроэнергию

$$P_{\text{эл}} = \frac{W}{\eta \cdot 60} l K_m N S_{\text{ч}},$$

где W — установленная мощность двигателей, приборов, кВт; η — коэффициент полезного действия; t — трудоемкость операции, мин; K_m — коэффициент машинного времени; $S_{\text{ч}}$ — стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, р./кВт·ч.

9. Амортизация оборудования

$$A_o = \frac{Nt}{\Phi_{\text{дейс}} 60 K_{\text{вн}}} S_{\text{ст}} \alpha_{\text{ст}},$$

где $\Phi_{\text{дейс}}$ — действительный (расчетный) фонд времени оборудования (аппаратуры) в год, ч; $K_{\text{вн}}$ — коэффициент выполнения норм; $S_{\text{ст}}$ — стоимость оборудования (аппаратуры), р; $\alpha_{\text{ст}}$ — годовая норма амортизационных отчислений.

10. Затраты на приспособления

$$P_{\text{присп}} = \frac{Nt}{\Phi_{\text{дейс}} 60 K_{\text{вн}}} S_{\text{присп}} \alpha_{\text{присп}},$$

где $S_{\text{присп}}$ — стоимость приспособления, р.; $\alpha_{\text{присп}}$ — годовая норма амортизационных отчислений для приспособления.

11. Амортизация площадей

$$A_{\text{пл}} = \frac{Nt}{\Phi_{\text{дейс}} 60 K_{\text{вн}}} m_{\text{ст}} S_{\text{уд}} S_{\text{м}}^2 \alpha_{\text{зд}},$$

где $S_{\text{уд}}$ — удельная площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/шт.; $S_{\text{м}}^2$ — стоимость 1 м² площади, р./м² (120 р.); $\alpha_{\text{зд}}$ — годовая норма амортизации зданий; $m_{\text{ст}}$ — количество установленного оборудования.

12. Затраты на инструмент

$$P_{\text{ин}} = \frac{C_{\text{н}} + K_{\text{в}} C_{\text{в}}}{T_{\text{с}} (K_{\text{в}} + 1)} \frac{Nt}{60 K_{\text{вн}}},$$

$C_{\text{н}}$ — первоначальная стоимость инструмента, р.; $C_{\text{в}}$ — стоимость одного восстановления, р.; $K_{\text{в}}$ — количество восстановлений в год, шт.; $T_{\text{с}}$ — расчетная стойкость между двумя восстановлениями, ч.

13. Затраты на сжатый воздух

$$P_{\text{св}} = \frac{Nr K_{\text{и}} \cdot 1,5}{1000} \Pi_{\text{св}} \frac{Nt}{K_{\text{вн}}}$$

Здесь N — количество приемов сжатого воздуха; r — удельный расход воздуха на один прием, м³/прием.; $K_{\text{и}}$ — коэффициент использования установки (0,3...0,5); 1,5 — коэффициент, учитывающий утечку воздуха; $\Pi_{\text{св}}$ — стоимость 1000 м³ сжатого воздуха, р./1000 м³.

14. Затраты на пар

$$P_{\text{пар}} = N_{\text{п}} \cdot 1,2 \Pi_{\text{п}} \frac{Nt}{60 K_{\text{вн}}}$$

где $N_{\text{п}}$ — среднечасовой расход пара на единицу оборудования, т/ч; 1,2 — коэффициент, учитывающий потери пара в сети; $\Pi_{\text{п}}$ — цена 1 тонны пара, р./т.

15. Затраты на эксплуатацию производственных зданий включают в себя затраты на их ремонт, отопление, освещение и уборку в расчете на площадь, отводимую под рабочее место для выполнения соответствующей операции. Определяются по формуле

$$P_{\text{пл}} = m_{\text{ст}} S_{\text{уд}} K_{\text{дп}} P_{\text{сг}} \frac{t}{\Phi_{\text{дейс}} 60 K_{\text{вн}}}$$

где $K_{\text{дп}}$ — коэффициент, учитывающий дополнительную площадь (табл. 12); $P_{\text{сг}}$ — среднегодовые расходы на содержание помещения, равные при работе в одну смену 7,5 р. год/м², в две смены — 10 р. год/м², в три смены — 12,5 р. год/м².

16. Затраты на ремонт оборудования

Таблица 12

Коэффициент
дополнительной площади

Удельная площадь, занимаемая единицей оборудования, $S_{\text{уд}}$, м ²	$K_{\text{дп}}$
20	1,5
10—20	2,0
6—10	2,5
4—6	3,0

$$P_{\text{ро}} = K_{\text{тп}} R Z_{\text{рм}} K_{\text{зо}} K_{\text{рз}} \frac{t}{60}$$

где $K_{\text{тп}}$ — коэффициент типа производства; R — группа ремонтной сложности; $Z_{\text{рм}}$ — затраты на малый, средний ремонт и осмотры на 1 ч работы оборудования; $K_{\text{зо}}$ — коэффициент загрузки оборудования во время его работы; $K_{\text{рз}}$ — коэффициент, учитывающий ремонт энергетической части оборудования (равен 1,3).

Пример 11. Одним из элементов разработки конструкции электростимулятора депрессорных нервов является разработ-

ка технологического процесса изготовления крышки антенны. К моменту разработки технологического процесса материал, из которого будет изготавливаться крышка антенны, выбран — это фенопласт К-18-2 (ГОСТ 5683—73). Задан годовой объем выпуска изделий — 5000 штук.

Первым этапом разработки и обоснования технологического процесса является выбор вида формообразования изделия: литье или прессование. Поскольку крышка антенны имеет простую форму, то целесообразно изготавливать ее методом прямого прессования. Гидравлический пресс, используемый при этом методе, стоит гораздо дешевле литьевых машин, используемых при литье под давлением. Цена гидравлического прессы — 3130 р., цена литьевой машины — 12900 р. Кроме того, целесообразно получение детали методом компрессионного, а не литьевого прессования. Пресс-форма в этом случае будет иметь более простую конструкцию и меньшую стоимость. Итак, для изготовления крышки антенны выбираем метод компрессионного прессования. По данным, приведенным в [23], в качестве основного технологического оборудования эффективнее использовать пресс П480 с номинальным усилием 250 кН.

Следующим этапом является выбор пресс-формы. Крышка антенны может быть изготовлена как с помощью стационарной, так и с помощью съемной пресс-формы. Сравним эти варианты по технологической себестоимости изготовления годовой программы изделий.

Определим технологическую себестоимость изготовления партии крышек антенны с помощью стационарной пресс-формы. При этом оговорим сразу, что расход фенопласта, расходы на амортизацию прессы П480 и расходы на амортизацию производственных площадей одинаковы для обоих вариантов пресс-формы, поэтому они не оказывают влияния на результаты сравнения и не включаются в сумму сравнительной технологической себестоимости. При этом технологическая себестоимость, исходя из представленной выше общей формулы, запишется в виде

$$C_{\text{стац}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + O_{\text{сс}} + Z_{\text{нал}} + P_{\text{пф}},$$

где $P_{\text{пф}}$ — затраты на пресс-форму.

Штучно-калькуляционная норма времени на выполнение одной операции прессования с использованием стационарной пресс-формы равна [23]

$$t_{\text{штк стац}} = (\delta t_{\text{к}} + t_{\text{встац}}) 1,07,$$

где δ — толщина изделия ($\delta = 1,5$ мм); $t_{\text{к}}$ — время выдерж-

ки под прессом ($t_k = 1$ мин/мм); $t_{в\text{ стац}}$ — время на обслуживание стационарной пресс-формы ($t_{в\text{ стац}} = 0,4$ мин); 1,07 — коэффициент, учитывающий прочие элементы штучно-калькуляционной нормы времени (время на отдых и естественные надобности, подготовительно-заключительное время, время на организационное обслуживание).

При этих значениях величин получим

$$t_{шк\text{ стац}} = (1,5 \cdot 1,0 + 0,4) \cdot 1,07 \cong 2 \text{ мин.}$$

Работа выполняется прессовщиком 2-го разряда. Часовая ставка 1-го разряда $C_1 = 0,539$ р.-ч, тарифный коэффициент 2-го разряда $K_2 = 1,09$. Тогда основная заработная плата прессовщика равна

$$Z_{осн} = \frac{t_{шк\text{ стац}} N}{60} C_1 K_2 K_{пр} = \frac{2 \cdot 5000}{60} 0,539 \cdot 1,09 \cdot 1,2 = 117,33 \text{ р.}$$

Учитывая, что потери рабочего времени из-за выполнения гособязанностей, сокращенного рабочего дня, болезней, отпусков и др. составляют 10,3 % [34], определим размер дополнительной заработной платы прессовщика:

$$Z_{доп} = (K_{доп} - 1) Z_{осн} = 0,103 \cdot 117,33 = 12,08 \text{ р.}$$

Отчисления на социальное страхование составят

$$O_{сс} = (K_{сс} - 1)(Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,145 \cdot 129,41 = 18,76 \text{ р.}$$

Стационарная пресс-форма рассчитана на 1250 циклов прессования [23], после чего требует замены. При изготовлении годовой программы изделий пресс-форма заменяется четыре раза. Время установки и съема стационарной пресс-формы двумя рабочими 2-го разряда равно 2 ч ($t_{нал} = 2$ ч). Этот вид расходов в формуле себестоимости отражен в виде заработной платы наладчиков:

$$Z_{нал} = n t_{нал} C_{нал} K_{доп} K_{сс} m,$$

где n — количество наладчиков, одновременно выполняющих переналадку одного пресса; $t_{нал}$ — трудоемкость одной наладки, ч.

Подставляя численные значения, получим

$$Z_{нал} = 2 \cdot 2 \cdot 0,487 \cdot 1,103 \cdot 1,145 \cdot 4 = 9,84 \text{ р.}$$

Следующей статьей являются затраты на пресс-форму. Так как при изготовлении годовой программы изделий пресс-форма заменяется 4 раза, то

$$P_{пф} = 4 Ц_{стац} = 4 \cdot 150 = 600 \text{ р.,}$$

где $\dot{C}_{\text{стац}}$ — цена стационарной пресс-формы ($\dot{C}_{\text{стац}} = 150 \text{ р.}$).

Подставляя полученные значения в формулу технологической себестоимости, получим

$$C_{\text{стац}} = 117,33 + 12,08 + 18,76 + 9,84 + 600 = 758,01 \text{ р.}$$

Определим технологическую себестоимость изготовления партии крышек антенны с использованием съемной пресс-формы. Учитывая сделанные выше допущения, выражение для себестоимости можно записать в виде

$$C_c = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + O_{\text{сс}} + P_{\text{пф}} + P_{\text{присп.}}$$

В этой формуле по сравнению с выражением для технологической себестоимости изготовления крышек антенны с помощью стационарной пресс-формы отсутствуют затраты на заработную плату наладчиков, но дополнительно имеют место затраты на приспособление для разъема съемной пресс-формы.

Штучно-калькуляционная норма времени на выполнение одной операции прессования с использованием съемной пресс-формы рассчитывается по формуле [23]

$$t_{\text{шк с}} = (\delta t_k + t_{\text{в с}}) 1,07,$$

где $t_{\text{в с}}$ — время на обслуживание пресс-формы, оборудования и другие вспомогательные операции ($t_{\text{в с}} = 2 \text{ мин.}$).

Подставляя данные, получим

$$t_{\text{шк с}} = (1,5 \cdot 1,0 = 2,0) \cdot 1,07 = 3,745 \text{ мин.}$$

Основная заработная плата прессовщика равна

$$\begin{aligned} Z_{\text{осн}} &= (t_{\text{шк с}} N / 60) C_1 K_2 K_{\text{пр}} = \\ &= \frac{3,745 \cdot 5000}{60} \cdot 0,539 \cdot 1,09 \cdot 1,2 = 215,6 \text{ р.} \end{aligned}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле

$$Z_{\text{доп}} = (K_{\text{доп}} - 1) Z_{\text{осн}} = 0,103 \cdot 215,6 = 22,21 \text{ р.}$$

Отчисления на социальное страхование составляют

$$O_{\text{сс}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) (K_{\text{сс}} - 1) = 0,145 \cdot 237,81 = 34,48 \text{ р.}$$

Затраты на пресс-форму равны

$$P_{\text{пф}} = 4 C_c = 4 \cdot 50 = 200 \text{ р.,}$$

где C_c — цена съемной пресс-формы ($C_c = 50 \text{ р.}$).

Последняя статья себестоимости отражает затраты на приспособления. Для работы со съемной пресс-формой используется приспособление для ее разъема; его цена $C_{\text{п}} = 15 \text{ р.}$

Изготовление данного изделия планируется в течение пяти лет. Тогда

$$P_{\text{присл}} = 1/5 C_{\text{п}} = 1/5 \cdot 15 = 3 \text{ р.}$$

Подставляя полученные значения в формулу для себестоимости изготовления партии крышек антенны с помощью съемной пресс-формы, получим

$$C_{\text{с}} = 215,6 + 22,21 + 34,48 + 200 + 3 = 475,29 \text{ р.}$$

Сравнивая технологические себестоимости изготовления партии крышек с использованием стационарной и съемной пресс-форм, получим $C_{\text{стац}} = 758,01 > C_{\text{с}} = 475,29$. Исходя из результатов сравнения, выбираем съемную конструкцию пресс-формы.

Пример 12. При разработке тонкопленочных тензодатчиков решается задача создания тензорезисторов на полиамидной основе. При современном развитии микроэлектроники тонкопленочные тензорезисторы изготавливают путем термического испарения тензочувствительного материала в вакууме с последующей конденсацией через соответствующую маску на гибкое полиамидное основание. Разрабатываемый тензодатчик можно изготовить и другим способом: последовательно напыляя резистивный и проводящий слои без масок с последующей обработкой напыленного образца методом фотолитографии. Сопоставим эти методы по технологической себестоимости изготовления тензодатчика. При этом сделаем допущение, что расход материалов при реализации обоих методов одинаков. Сравнивая технологические себестоимости по обоим методам, мы будем иметь в виду, что стоимость оборудования для каждого из них одинакова.

Согласно исходной формуле при сделанных допущениях выражение для технологической себестоимости изготовления тензодатчика методом конденсации через маску можно записать в виде

$$C_{\text{км}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + O_{\text{сс}}.$$

Работу по изготовлению тонкопленочного тензодатчика методом термического испарения в вакууме с последующей конденсацией через соответствующую маску на гибкое полиамидное основание выполнит рабочий 4-го разряда. Трудоемкость изготовления тензорезистора этим методом составит 3 н/ч [4]. Основная заработная плата рассчитывается следующим образом:

$$Z_{\text{осн}} = t C_1 K_4 K_{\text{пр}} = 3 \cdot 0,503 \cdot 1,33 \cdot 1,2 = 2,407 \text{ р.}$$

Дополнительная заработная плата равна

$$Z_{\text{доп}} = (K_{\text{доп}} - 1) Z_{\text{осн}} = 0,103 \cdot 2,407 = 0,247 \text{ р.}$$

Отчисления на социальное страхование составят

$$O_{\text{сс}} = (K_{\text{сс}} - 1) (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,145 \cdot 2,654 = 0,304 \text{ р.}$$

Следовательно, технологическая себестоимость изготовления одного тензорезистора методом термического испарения с последующей конденсацией равна

$$C_{\text{км}} = 2,407 + 0,247 + 0,384 + 3,038 \text{ р.}$$

Формула для технологической себестоимости изготовления тензорезистора методом напыления и фотолитографической обработки аналогична рассмотренной выше. Работу по изготовлению тензодатчика этим методом выполнит рабочий 4-го разряда. При этом трудоемкость вакуумного напыления проводящего и резистивного слоев составит 3 н/ч. Трудоемкость фотолитографических работ составит 1,7 н/ч [36]. Суммарная трудоемкость изготовления тензорезистора этим методом равна 4,7 н/ч. Тогда затраты на основную заработную плату составят

$$Z_{\text{осн}} = t C_1 K_4 K_{\text{пр}} = 4,7 \cdot 0,503 \cdot 1,33 \cdot 1,2 = 3,772 \text{ р.}$$

Дополнительная заработная плата $Z_{\text{доп}} = (K_{\text{доп}} - 1) Z_{\text{осн}} = 0,103 \cdot 3,772 = 0,388 \text{ р.}$ Отчисления на социальное страхование составят $O_{\text{сс}} = (K_{\text{сс}} - 1) (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,145 \cdot 4,16 = 0,603 \text{ р.}$

Технологическая себестоимость изготовления тензорезистора методом напыления проводящего и резистивного слоя с последующей фотолитографической обработкой равна

$$C_{\text{фл}} = 3,772 + 0,388 + 0,603 = 4,763 \text{ р.}$$

Сравнивая оба метода, получим $C_{\text{фл}} = 4,763 > C_{\text{км}} = 3,038$. Исходя из результатов сравнения, выбираем метод термического испарения с последующей конденсацией через соответствующую маску.

1.7. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ПРИВЕДЕННЫМ ГОДОВЫМ ЗАТРАТАМ

Метод выбора варианта технологического процесса, описанный в предыдущем параграфе, наиболее часто используется в конструкторско-технологических дипломных проектах. Метод применим, когда практически отсутствуют дополнитель-

ные капитальные вложения, связанные с разработкой и внедрением технологических процессов, то есть затраты на проектирование технологического процесса незначительны и ими можно пренебречь, расходы на внедрение и освоение также либо незначительны, либо равны по различным вариантам, намечаемое к использованию оборудование, аппаратура имеются на предприятии, расходы на проектирование и изготовление специального оснащения, аппаратуры, инструмента и оборудования включаются в их стоимость, а значит и технологическую себестоимость в качестве амортизационных отчислений.

В технологических дипломных проектах, основной задачей которых является разработка нового технологического процесса и проектирование цеха (участка) может возникнуть качественно новая, более сложная задача, чем в конструкторско-технологических дипломных проектах: при выборе и сравнении вариантов технологического процесса необходимо учитывать не только элементы технологической себестоимости, но и дополнительные капитальные вложения, связанные с проектированием и освоением новых технологических процессов. В данном случае сравнение вариантов технологических процессов выполняется по приведенным затратам:

затраты, приведенные к первому году выпуска продукции, по i -му варианту технологического процесса

$$Z'_{пр} = (C_i N_i + E_n K_i) \rightarrow \min;$$

затраты, приведенные к сроку выпуска продукции, по i -му варианту технологического процесса

$$Z''_{пр} = (C_i N_i + K_i) = (C_i \sum_1^{T_b} N_j + K_i) \rightarrow \min;$$

затраты, приведенные к единице выпуска продукции, по i -му варианту технологического процесса (удельные затраты)

$$Z'''_{пр} = \left(C_i + E_n \frac{K_i}{N_i} \right) \rightarrow \min,$$

где C_i — технологическая себестоимость единицы продукции, изготовленной по i -му варианту технологического процесса, р./шт.; N_i — годовая (1-го года) производственная программа выпуска продукции по i -му варианту технологического процесса, шт.; K_i — капитальные вложения по i -му варианту технологического процесса, р.; T_b — срок выпуска продукции по i -му варианту технологического процесса, год; N_i — общий объем выпуска продукции по i -му варианту технологического процесса за весь срок его применения, шт.; E_n — норматив-

ный коэффициент экономической эффективности (0,15); N_j — программа j -го года выпуска продукции по i -му варианту технологического процесса, шт.

Эти формулы необходимо применять в зависимости от исходной информации и удобства расчетов. Например, если сроки выпуска продукции по вариантам технологических процессов различны, то для расчетов берется формула затрат, приведенных к сроку выпуска продукции. Если годовая программа выпуска продукции изменяется по годам, то следует также использовать для расчетов вторую формулу. Первая и третья формулы применяются при равенстве сроков выпуска продукции и при неизменяемости объема выпуска продукции по годам, а также при постоянстве технологической себестоимости за все время выпуска продукции по рассматриваемым вариантам технологических процессов. Так как эти условия на практике весьма редко выполняются, то наиболее приемлемой для расчетов является вторая формула, что полностью отвечает «Методическим рекомендациям по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса», утвержденных в 1988 году АН СССР и ГКНТ СССР.

В капитальные вложения по i -му варианту технологического процесса включаются одновременные вложения, не включенные каким-либо образом в технологическую себестоимость и связанные с разработкой и внедрением технологического процесса. Например, в технологической себестоимости имеются затраты на амортизацию оборудования, зданий, приспособлений, инструмента, и если в капитальные вложения включить затраты на их приобретение, то в формуле приведенных затрат получится двойной счет по этим элементам: к амортизационным отчислениям будут прибавлены еще и затраты на приобретение.

В общем виде формула капитальных вложений имеет вид

$$K_i = K_{\text{пред } i} + K_{\text{об } i} + K_{\text{зд } i} + K_{\text{с } i},$$

где $K_{\text{пред } i}$ — предпроизводственные затраты, то есть затраты на научно-исследовательские работы и проектно-конструкторские работы по разработке и исследованию i -го технологического процесса; $K_{\text{об } i}$ — затраты на приобретение, транспортировку, установку и монтаж оборудования по i -му технологическому процессу; $K_{\text{зд } i}$ — затраты на реконструкцию или строительство зданий; $K_{\text{с } i}$ — затраты на строительство или реконструкцию сооружений.

Предпроизводственные затраты $K_{\text{пред } i}$ определяются составлением сметы затрат на выполнение научно-исследова-

тельских и проектно-конструкторских работ по разработке i -го технологического процесса.

Затраты на технологическое оборудование определяются по формуле

$$K_{об\ i} = C_{об} (1 + K_T) K_{з\ i},$$

где $C_{об}$ — цена технологического оборудования; K_T — коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку, установку и монтаж оборудования (0,1); $K_{з\ i}$ — коэффициент занятости оборудования на i -м технологическом процессе (он меньше единицы, если оборудование используется частично на других технологических процессах).

Затраты на реконструкцию или строительство зданий определяются либо по смете затрат, либо по формуле

$$K_{з\ d\ i} = S_{об} K_{дп} K_{з\ i} C_{кв\ м},$$

где $S_{об}$ — производственная площадь, занимаемая оборудованием; $K_{дп}$ — коэффициент, учитывающий дополнительную площадь на вспомогательные помещения; $K_{з\ i}$ — коэффициент занятости площади i -м технологическим процессом; $C_{кв\ м}$ — средняя стоимость 1 м² площади здания.

Капитальные вложения в сооружения складываются из затрат на воздухопроводы, паропроводы, трубы, отстойники и др. Эти затраты определяются путем составления сметы затрат.

Примечание. Для исключения повторного счета необходимо при включении в капитальные вложения затрат на оборудование и производственные площади исключать из текущих затрат амортизационные отчисления на них.

1.8. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) — это метод системного исследования РЭА (изделий, процессов, структуры), направленный на повышение эффективности использования материальных и трудовых ресурсов. Повышение эффективности использования материальных и трудовых ресурсов достигается при этом оптимизацией соотношения между потребительскими свойствами объекта и затратами на его разработку, производство и эксплуатацию. Оно обеспечивается:

на стадии разработки объекта — предупреждением возникновения функционально-излишних затрат в будущем производстве и в эксплуатации;

на стадиях производства и эксплуатации — сокращением (исключением) неоправданных затрат и потерь.

С помощью ФСА решаются следующие задачи:

1. Достижение наилучшего соотношения между потребительной стоимостью объекта и затратами на его разработку.

2. Снижение себестоимости продукции и повышение качества.

3. Снижение эксплуатационных и транспортных расходов.

4. Снижение материало-, трудо-, энерго- и фондоемкости РЭА.

5. Повышение производительности труда.

6. Замена дефицитных, дорогостоящих и импортных материалов.

7. Сокращение или ликвидация брака.

8. Устранение «узких мест» и диспропорций в производстве.

ФСА включает в себя 7 этапов:

1. *Подготовительный* — выбор объекта ФСА. Выполняются все подготовительные работы к проведению ФСА.

2. *Информационный* — изучение всей информации (литературы), связанной с проектированием объекта, его производством и эксплуатацией.

3. *Аналитический* (основной) — технико-экономический анализ всех функций объекта ФСА. Этот этап будет подробно рассмотрен далее.

4. *Творческий* — выработка конкретных предложений по совершенствованию объекта, систематизации их по функциям и формирование вариантов исполнения объекта.

5. *Исследовательский* — оценка выдвинутых предложений, разработка эскизов вариантов, их технико-экономическое обоснование и отбор наиболее рациональных вариантов.

6. *Рекомендательный* — экспертиза отобранных вариантов объекта, выработка рекомендаций по результатам проведения ФСА, составление плана-графика внедрения рекомендаций.

7. *Этап внедрения* — утверждение рекомендаций по ФСА и плана-графика их выполнения, осуществление всех проектных работ по объекту и согласование их с заказчиком, расчет фактической эффективности внедрения результатов ФСА.

Описание аналитического этапа:

1. Определяются функции объекта и его составных частей. Для этого составляется иерархическая структура целей и функций объекта по I и II уровням. Строится функциональная модель объекта.

2. Производится оценка приоритетности (значимости)

функций I уровня. Это можно сделать методом взвешенной оценки, описанным в 1.5, табл. 6, часть III «Сравнение показателей между собой»:

3. Строится совмещенная функционально-структурная модель объекта. В ней весь объект разбит на структурные единицы в соответствии с функциями I уровня.

4. Оцениваются связанные с осуществлением функций затраты в увязке с соответствующими материальными носителями. Эти расчеты можно выполнить согласно 3.1 «Методы расчета себестоимости изделий».

5. Строится функционально-стоимостная диаграмма объекта, на которой по оси абсцисс располагаются функции I-го порядка по убыванию их значимости, а по оси ординат — значимость этих функций и затраты на их осуществление. В идеальном случае затраты на выполнение должны соответствовать их значимости и, следовательно, кривые значимости функций и затрат на их выполнение должны иметь одинаковую форму. Там, где имеется отклонение затрат на выполнение функции от ее значимости в большую сторону, там и будет иметься несоответствие затрат значимости функции. Следовательно, затраты на выполнение этой функции необходимо уменьшить и для этого проводится анализ структурного элемента объекта, выполняющего данную функцию.

6. Проводится дифференцированный анализ каждой из функциональных зон объекта в отдельности согласно пп. 2, 3, 4, 5, но уже по функциям II уровня.

7. Формируются задачи совершенствования объекта для последующих этапов ФСА.

2. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗРАБОТОК

2.1. ПОНЯТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗРАБОТОК И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ

В практике дипломного проектирования, как правило, эффективность проектируемого изделия обосновывается расчетами экономической эффективности. Однако такой подход не всегда дает правильную и полную оценку эффективности проектируемого изделия по следующим причинам:

1. В ряде случаев экономический эффект практически невозможно рассчитать. Например, в результате модернизации станции помех повышается вероятность того, что противник не обнаружит самолет. Для этого примера рассчитать экономический эффект очень сложно, так как для расчетов необходимо проводить дорогостоящие эксперименты, которые не под силу дипломнику. Дипломник может указать только область получения эффекта (эффект будет получен на повышении вероятности необнаружения самолета противником и повышении вероятности выполнения задания самолетом).

2. В некоторых случаях имеющиеся методики расчета экономической эффективности весьма приближенны, а потому несовершенны и могут приводить к ошибочным выводам. Например, экономический эффект при расчетах получается отрицательным, а практика использования результатов проекта (иногда на страх и риск заказчика) дает положительный результат. Но часто бывает наоборот: практика не подтверждает положительных результатов расчета экономической эффективности.

3. Иногда существующая технология и элементная база не позволяют получать изделия с ТЭП на уровне мировых образцов, а закупать технологию или изделия за рубежом не представляется возможным. Поэтому приходится создавать изделия с несколько худшими показателями по сравнению с мировыми образцами, но лучшими по сравнению с используемыми в народном хозяйстве. Экономический эффект при этом определяется путем сравнения ТЭП нового изделия и изделий, используемых в народном хозяйстве. Этот эффект

может быть весьма существенным по величине, но вряд ли будет правомерно считать такое решение полностью эффективным, так как спроектированное изделие по своим ТЭП хуже мировых образцов.

Поэтому для более полного и правильного определения эффективности проектируемого изделия необходимо дополнительно к расчету его экономического эффекта определять и его технический уровень.

Под техническим уровнем понимается соответствие изделия по своим ТЭП (техническим, стоимостным, социально-экономическим, экологическим и др.) лучшим образцам аналогичного вида стечественной и зарубежной техники.

Для правильного определения номенклатуры ТЭП следует использовать ГОСТы, предусмотренные стандартами системы показателей качества продукции (СПКП) для данного вида продукции. Номера этих ГОСТов начинаются с цифры 4; например: ГОСТ 4.301-85. СПКП. Установки, приборы, устройства, блоки, модули функциональные агрегатных средств контроля и регулирования. Номенклатура показателей (см. прил. 28). В ГОСТах дается номенклатура показателей качества на конкретные виды промышленной продукции. При отсутствии стандарта СПКП на какой-либо вид продукции следует использовать при определении номенклатуры показателей документ РД50—64—84 «Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции». Согласно этому документу существуют следующие группы показателей качества продукции: показатели назначения, надежности, экономного использования материалов и энергии, эргономические показатели, эстетические показатели, показатели технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации, патентно-правовые показатели, показатели безопасности.

Существует два подхода к сопоставлению показателей при оценке технического уровня: дифференциальный и комплексный. При дифференциальном подходе единичные показатели технического уровня нового изделия и изделия-аналога сравниваются, в результате определяются коэффициенты единичных показателей технического уровня продукции K_{yi} .

Известны три формулы определения коэффициентов единичных показателей:

для прямой зависимости уровня от величины показатели (например, для производительности, мощности и др.)

$$K_{yi} = P_i/P_{ia};$$

для обратной зависимости уровня от величины показателя (например, масса, трудоемкость и др.)

$$K_{yi} = (P_i/P_{ia})^{-1};$$

при наличии предельных значений показателя уровня

$$K_{yi} = (P_i - P_{i \text{ пр}}) / (P_{ia} - P_{i \text{ пр}}),$$

где P_i — абсолютное значение i -го показателя уровня оцениваемой продукции; P_{ia} — абсолютное значение i -го показателя уровня аналога (базового варианта) продукции; $P_{i \text{ пр}}$ — предельное значение показателя уровня продукции.

С целью повышения точности оценки единичных показателей предлагается существенно расширить количество зависимостей для единичных показателей:

вероятность безотказной работы

$$K_{yi} = \ln(1 - P_i) / \ln(1 - P_{ia});$$

вероятность достижения конечной цели

$$K_{yi} = \ln(1 - P_i \rho_i) / \ln(1 - P_{ia} \rho_{ia}),$$

где ρ_{ia} , ρ_i — вероятность достижения конечной цели новым устройством и аналогом;

универсальность

$$K_{yi} = n_{ia} / n_i,$$

где n_{ia} , n_i — число рабочих каналов (измеряемых параметров) базового и нового устройства;

изменение срока службы

$$K_{yi} = (1/T_{\text{сл } ia} - E_n) / (1/T_{\text{сл } i} - E_n),$$

где $T_{\text{сл } ia}$, $T_{\text{сл } i}$ — срок службы аналога и нового устройства; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности;

дальность действия устройства

$$K_{yi} = L^2_{ia} / L^2_i,$$

где L_i , L_{ia} — дальность действия проектируемого устройства и аналога;

чувствительность устройства (например, приемного)

$$K_{yi} = \sqrt{P_{ia} / P_i};$$

излучаемая мощность

$$K_{yi} = \sqrt{W_i / W_{ia}},$$

где W_{ia} , W_i — измеряемая мощность нового и базового устройства.

Для единичных показателей технического уровня возможно применение и других зависимостей, если приведенные выше зависимости не отвечают характеру изменения показателя.

Если при дифференциальном методе будет получено, что все коэффициенты единичных показателей превышают какую-то определенную величину, соответствующую уровню лучших мировых значений, то, следовательно, технический уровень изделия выше мирового.

Однако на практике очень часто не бывает такого одновременного превышения значений показателей новой продукции относительно существующей, поэтому требуется найти единый комплексный показатель технического уровня продукции. Для этого используют различные виды комплексных оценок технического уровня продукции.

В литературе предлагается несколько подходов к определению комплексного показателя: по среднеарифметической величине, по среднегеометрической величине, по среднеквадратичной величине и по геометрической прогрессии. Но наиболее правильное решение этой задачи будет по методу средневзвешенного

$$K_{\text{ту}} = \sum_{i=1}^n K_{yi} a_i ,$$

где K_{yi} — коэффициент единичного показателя технического уровня продукции; a_i — коэффициент весомости (значимости) единичного показателя в общей группе показателей продукции; n — число показателей технического уровня продукции.

Наиболее сложным в определении комплексного показателя технического уровня продукции является определение коэффициентов весомости единичных показателей a_i в общей группе n показателей продукции. При этом ставится задача: имеется n показателей технического уровня изделия, их общий вес равен 100%. Требуется определить: каков будет удельный вес каждого из показателей в отдельности?

В литературе описываются следующие методы определения комплексного показателя: стоимостных регрессивных зависимостей, предельных и номинальных значений, эквивалентных соотношений. Однако все эти методы имеют очень ограниченное применение и потому могут применяться лишь для некоторых видов изделий. Наиболее широкое применение могут найти следующие методы, которые имеют общий характер: методы процентов, баллов, затрат, взвешенной оценки (по баллам и затратам). Все они могут быть отнесены к методам экспертной оценки,

Суть метода процентов такая же, как описано в общей постановке задачи: общий вес показателей 100%, требуется определить процент весомости каждого показателя в отдельности. Однако метод процентов очень не точен, хотя и прост в реализации.

Суть метода баллов: экспертным путем каждому показателю присваивается определенный балл, определяющий его значимость (важность) относительно какой-то величины согласно выбранной шкале баллов 1,0; 5,0 и др. Можно расставить баллы всем показателям, исходя из максимального балла. Однако более точный результат получится, если высший балл поставить наилучшему (наиболее важному) показателю ($q_{i \max}$), а затем, сравнивая с ним другие, ставить им баллы (q_i), соответствующие их значимости относительно лучшего (наиболее важного) показателя, то есть меньше 1,0; 5,0 и др. в соответствии с выбранной шкалой баллов. Выбор шкалы баллов практически не влияет на конечный результат. Полученные баллы всех показателей складывают, получают общую сумму баллов (Q). Коэффициенты весомости (значимости) показателей определяются по формуле $a_i = Q q_i / 100$.

Суть метода затрат: вес показателей определяется на основе сопоставления затрат (экономии) по каждому показателю. Этот метод можно считать более точным по сравнению с методом баллов. Однако он имеет более узкий круг применения, так как далеко не всегда для большинства показателей можно подсчитать экономию от их изменения (или затраты).

Наиболее точным, но и в то же время наиболее сложным является метод взвешенной оценки. Он может быть использован для проверки точности оценки технического уровня изделия, выполненной другими методами. Этот метод подробно описан в 1.5. В настоящей главе будут даны лишь некоторые уточнения при использовании этого метода для оценки технического уровня изделия.

Конечная оценка результатов исследований технического уровня изделия основывается на сопоставлении полученного коэффициента технического уровня (единичного или комплексного) с заданными по видам изделий нормативами мирового уровня. Так, например, в некоторых отраслях установлены следующие нормативы:

изделие по техническому уровню выше мирового уровня, если все единичные показатели или комплексный показатель (КП) выше по сравнению с аналогом, представляющим мировой уровень, на 5%;

изделие соответствует мировому уровню, если все его единичные показатели или КП по сравнению с аналогом, пред-

ставляющим мировой уровень, находится в пределах —3...+5%;

изделие ниже мирового уровня, если все единичные показатели или КП по сравнению с аналогом, представляющим мировой уровень, ниже на 3%.

2.2. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

Пример 13. Дать оценку технического уровня аналого-цифрового преобразователя для преобразования угловых перемещений в код. Новый прибор необходим для более точного определения координат шероховатостей подшипников, а также для определения величины этих шероховатостей. Прибор применяется в лабораторных исследованиях и в производстве подшипников, относительные оценки базового и нового изделий представлены в табл. 13. Коэффициент технического уровня определяется методом взвешенной оценки.

Относительная оценка в табл. 13 не дает возможности оценить, какой из вариантов лучше, поэтому переходим

Таблица 13.

Натуральная и относительная оценки преобразователей угловых перемещений в код (согласно 1.5)

Показатели	Сравнение вариантов			
	В натуральных единицах		В относительных единицах (в %)	
	Базовый	Новый	Базовый	Новый
Угол измерения, град.	0—360	0—360	100	100
Разрешающая способность, мин	20	10	50	100
Число разрядов	8	16	50	100
Интенсивность отказов, 1/ч	$4,94 \cdot 10^{-4}$	$3,58 \cdot 10^{-4}$	72,5	100
Масса, кг	0,8	1,0	100	80
Потребляемая мощность, Вт	2	2,2	100	91
Цена, р.	830	1320	100	63

Таблица 14

Попарное сравнение показателей и определение удельных весов для преобразователя угловых перемещений в код

Показатели	Сравнение показателей (удельный вес)							Уд. вес	При- ори- тет
	1	2	3	4	5	6	7		
1. Разрешающая способность	—	1	1	1	1	1	1	6,0	1
2. Число разрядов	0,9	—	1	1	1	1	1	5,9	2
3. Угол измерения	0,8	0,9	—	1	1	1	1	5,7	3
4. Интенсивность отказов	0,01	0,01	0,01	—	0,25	1	0,25	1,55	6
5. Масса	0,03	0,03	0,04	1	—	1	0,9	3,0	5
6. Потребляемая мощность	0	0	0	0,8	0	—	0	0,8	7
7. Цена	0,03	0,03	0,04	1	1	1	—	3,1	4

к взвешенной оценке вариантов. Попарное сравнение показателей между собой дано в табл. 14.

Пояснения к определению удельных весов показателей (табл. 14). Сравнение показателей необходимо проводить с экономической точки зрения, то есть определять, какие экономические потери (выгоды) будут при ухудшении (улучшении) сравниваемых показателей. Например, по данным табл. 13 увеличение разрешающей способности аналого-цифрового преобразователя позволит повысить качество подшипников. В результате снизится брак и затраты на его устранение. По статистическим данным это приведет к экономии за весь срок использования прибора на 16 тыс. р. Следовательно, при сравнении разрешающей способности с ценой прибора необходимо разрешающей способности поставить удельный вес, равный единице, а удельный вес цены определится из соотношения $(1320-830) / 16000 = 0,03$. По данным табл. 13 потери от увеличения потребляемой мощности составят $(2,2-2) \cdot 5 \cdot 5000 \cdot 0,017 / 1000 = 0,85$ р., где 5 — срок использования прибора, годы; 5000 — количество часов работы прибора в год; 0,017 — цена 1 кВт · ч электроэнергии, р. Из этих вычислений получим следующее соотношение удельных весов: для цены — 1; для потребляемой мощности — $0,85 / (1320 - 830) \approx 0$.

Если сравнение показателей с экономической точки зрения

(выгоды/потери) произвести невозможно, то дается экспертная оценка удельного веса. Например, разрешающая способность во многом определится числом разрядов. Чем больше число разрядов, тем больше разрешающая способность, и наоборот. То есть это близкие по значимости показатели, но поскольку разрешающая способность является более приоритетным показателем, то (см. табл. 14) ей ставится удельный вес, равный 1, а числу разрядов 0,9, то есть близкое к единице значение удельного веса. Показатели «масса» и «цена» прибора по приоритетности взаимосвязаны и для наземной аппаратуры близки друг к другу. Но так как цена — это чистые деньги, а масса еще нуждается в переводе в рубли по удельной стоимости единицы массы, то цена в данном конкретном случае имеет незначительную приоритетность перед массой и потому в табл. 14 цене соответствует удельный вес, равный 1, а массе — 0,9.

Определяется сумма удельных весов для каждого показателя (см. табл. 14) и приоритет показателей: чем больше сумма удельного веса, тем выше приоритет показателя. Показатели в табл. 14 были поставлены в предполагаемом порядке их приоритетности. Однако попарное сравнение показателей дало другой порядок приоритетности. Этот порядок является более правильным, поэтому показатели следует для дальнейших вычислений и анализа переписать в порядке вновь выявленной приоритетности (табл. 15).

Таблица 15

Удельный вес показателей преобразователя угловых перемещений, расположенных в порядке убывания приоритетов

Показатели	Сравнение показателей (удельный вес)							Уд. вес	При- ори- тет
	1	2	3	4	5	6	7		
1. Разрешающая способность	—	1	1	1	1	1	1	6	1
2. Число разрядов	0,9	—	1	1	1	1	1	5,9	2
3. Угол измерения	0,8	0,9	—	1	1	1	1	5,7	3
4. Цена	0,03	0,03	0,04	—	1	1	1	3,1	4
5. Масса	0,03	0,03	0,04	0,9	—	1	1	3,0	5
8. Интенсивность отказов	0,01	0,01	0,01	0,2	0,2	—	1	1,45	6
7. Потребляемая мощность	0	0	0	0	0	0,8	—	0,8	7

По табл. 15 на основе правил, описанных в 2.5, определяется правильность полученных значений удельных весов: а) удельные веса должны возрастать под диагональю снизу вверх во всех столбцах и слева направо во всех строках (это правило выполняется); б) показатель в первой строке табл. 15 является основным (см. условие примера 13), для его улучшения и был разработан прибор, у которого все удельные веса равны 1.

Для более точной проверки правильности определения удельных весов применим новое правило, которое не было рассмотрено в 1.5; в каждом столбце в первой клетке под диагональю присвоим удельный вес 1 и пересчитаем удельные веса в других строках этого столбца пропорционально этой ячейке. Получим табл. 16. Например, для третьей строки и первого столбца будем иметь

$$\frac{1,0 \times 0,8}{0,9} = 0,89;$$

для четвертой строки первого столбца получим

$$\frac{0,89 \times 0,03}{0,8} = 0,267 (\approx 0,27).$$

Таблица 16

Проверка выполнения правила для получения удельных весов

Показатели	1		2		3		4		5		6	7
	Им.	Пол.	Им.	Пол.	Им.	Пол.	Им.	Пол.	Им.	Пол.	Им.	Им.
1	—	—										
2	0,9	1,0	—	—								
3	0,8	0,89	0,9	1,0	—	—						
4	0,03	0,027	0,03	0,03	0,04	1,0	—	—				
4	0,03	0,027	0,03	0,03	0,04	1,0	0,9	1,0	—	—		
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,28	0,25	0,25	1,0	—	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	—

Примечания: Пок. — показатели согласно табл. 15; Им. — имеющееся значение удельного веса показателя согласно табл. 15; Пол. — полученное при перерасчете согласно дополнительному правилу значение показателя.

Из табл. 16 можно видеть, что закон изменения удельных весов в графе «Пол.» примерно соответствует закону изменения удельных весов в соседнем столбце справа («Им.») для следующего показателя. Это справедливо для всех показателей. Имеющиеся небольшие расхождения не должны превышать 10%, в противном случае в определении удельных

Таблица 17

Взвешенная оценка технического уровня преобразователя угловых перемещений

№ п/п	Показатели	Часть I Сравнение вариантов в натуральных единицах		Часть II. Сравнение вариантов в относительных единицах (в %)	
		Базовый вариант	Новый вариант	Базовый вариант	Новый вариант
1	Разрешающая способность, мин.	20	10	50	100
2	Число разрядов	8	16	50	100
3	Угол измерения, град.	0—360	0—360	100	100
4	Цена, р.	830	1320	100	63
5	Масса, кг	0,8	1,0	100	80
6	Интенсивность отказов, 1/ч	$4,9 \times 10^{-4}$	$3,58 \times 10^{-4}$	72,5	100
7	Потребляемая мощность, Вт	2	2,2	100	91

Часть III Сравнение показателей (удельный вес)							Сумма уд. весов	Приоритет	Часть IV Взвешенная оценка	
1	2	3	4	5	6	7			базовый вариант	новый вариант
—	1	1	1	1	1	1	6	1	50	100
0,9	—	1	1	1	1	1	5,9	2	45	90
0,8	0,9	—	1	1	1	1	5,7	3	80	80
0,03	0,03	0,04	—	1	1	1	3,10	4	3,0	1,9
0,03	0,03	0,04	0,9	—	1	1	3,0	5	3,0	2,4
0,01	0,01	0,01	0,25	0,25	—	1	1,55	6	0,7	1,0
0	0	0	0	0	0,8	—	0,8	7	0	0

Итого: 181,7 275,3

весов в табл. 15 будет ошибка, что потребует уточнения значений удельных весов в табл. 15. В этом и состоит сущность дополнительного правила для проверки правильности определения удельных весов при сравнении показателей между собой. Для табл. 16 это правило выполняется, поэтому уточнения удельных весов в табл. 15 не требуется.

Правило проверки удельных весов по соотношению экономии (затрат) сравниваемых показателей здесь не требуется, так как уже при определении удельных весов оно было использовано для расчетов.

После определения удельных весов и их проверки производится умножение по каждому показателю относительной оценки (в %) на удельные веса первого столбца (в сравнении показателей), то есть для ведущего показателя. Для первого (ведущего) показателя в первом столбце и первой строке берется удельный вес, равный единице (см. показатель «разрешающая способность»). Получается взвешенная оценка показателей (табл. 17, часть IV).

Примечание. В данном примере приведен другой вариант определения взвешенной оценки, отличающийся от изложенного в 1.5. Это более точный и правильный метод для определения коэффициента технического уровня изделия.

Далее суммируются взвешенные оценки показателей по каждому варианту в отдельности (базовому и новому). Вариант, имеющий большую взвешенную оценку, считается оптимальным, имеющим более высокий технический уровень. В приведенном примере (табл. 17) — это новый вариант, у которого взвешенная оценка равна 275,3, в то время как у базового варианта — 181,7. Отношение взвешенных оценок вариантов даст коэффициент технического уровня нового изделия:

$$K_{\text{тл}} = 275,3/181,7 = 1,52.$$

Если базовое изделие является лучшим мировым образцом, то, как видно из расчетов взвешенной оценки ($1,52 > 1,05$), новое изделие по техническому уровню существенно выше мирового — на 47 %.

Примечание. В некоторых случаях при оценке технического уровня изделий (и при оценке частных технических решений) методом взвешенных оценок практически невозможно количественно оценить ряд показателей в натуральном виде. Это особенно характерно для большинства социально-экономических показателей, таких как удобство эксплуатации, повышение уровня безопасности труда, удовлетворение новых потребностей общества, повышение эстетичности и др. При оценке таких показателей в натуральном выражении можно использовать в I части табл. 17 различные качественные характеристики: лучше (хуже), выше (ниже), удобно (менее удобно, неудобно) и др., а в части II таблицы давать экспертным путем относительную оценку в процентах.

Пример 14. Спроектировать устройство сервисного обслуживания аппаратуры телеуправления центров КВ-радиосвязи, применяемое на стенде для настройки диспетчерского комплекта аппаратуры АДУ-2 (аппаратуры дистанционного управления). Основная задача проектирования — уменьшить цену изделия и упростить настройку аппаратуры дистанционного управления, снизить трудоемкость настройки. Результаты расчетов приведены в табл. 18.

Таблица 18

Оценка технического уровня устройства сервисного обслуживания

Технико-экономические показатели	Часть I. Сравнение вариантов в натуральных единицах		Часть II. Сравнение вариантов в относительных единицах (в %)	
	I (проектируемый)	II (базовый)	I	II
	Цена устройства, р.	713	4000	100
Трудоемкость настройки одного блока, н/ч	8	16	100	50
Квалификация оператора	Настройщик 3-го разряда	Инженер	100	70
Последовательность настройки	Любая	Строго определенная	100	70
Время безотказной работы, год	3,2	2,2	100	69
Удобство работы оператора	Лучше	Хуже	100	70

В табл. 18 относительная оценка для показателя «квалификация оператора» определится, исходя из соотношения часовых (месячных) зарплаток инженера и настройщика 3-го разряда, что составит примерно 1:0,7; для показателя «последовательность настройки» применена относительная оценка, такая же как и для показателя «квалификация оператора», то есть 1:0,7, так как именно этот показатель в первую очередь определяет требуемый уровень квалификации оператора; для показателя «удобство работы» относительная оценка определена из того, как сокращаются затраты времени оператора при эксплуатации нового прибора. Для этого со-

Составляется таблица, в которой указывается последовательность и содержание операций настройки для рассматриваемых вариантов и определяются затраты времени на их выполнение. Относительная оценка остальных показателей определена по описанным в 1.5 формулам.

В связи с тем, что для проектируемого изделия по всем показателям относительная оценка равна 100%, взвешенную оценку определять нет необходимости: технический уровень проектируемого изделия явно выше, чем у базового. Однако в дипломном проекте может быть выполнено сравнение показателей, заполнена III часть таблицы и определена приоритетность показателей. В этом случае уточнение приоритетности показателей необходимо, чтобы показать правильность обоснования задач, поставленных в задании на проектирование.

Примечания: 1. Следует учесть, что при оценке технического уровня проектируемого изделия по перспективному образцу относительная и взвешенная оценки у проектируемого изделия могут оказаться меньше, чем у перспективного образца. Это объясняется тем, что основные ТЭП у перспективного образца лучше, чем у проектируемого изделия, но на данном уровне развития науки, техники и технологии такого значения показателей пока достичь невозможно. 2. Необходимо обратить внимание на то, что определение удельных весов и сравнение показателей между собой позволяют определить: а) возможные ТЭП, определяющие целесообразность разработки проекта; б) ТЭП, по которым получается основная экономия при расчете экономической эффективности. Это делает метод взвешенной оценки весьма важным при оценке правильности цели и задач проектирования, а также при расчете экономической эффективности проекта.

2.3. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Для оценки технического уровня технологии и специализированного технологического оборудования применяется метод затрат. Примером применения метода затрат является предложение Научно-исследовательского института двигателей для технологических процессов и специализированного технологического оборудования определять коэффициенты значимости (весомости) показателей согласно себестоимости продукции, изготавливаемой по данному технологическому процессу или с данным технологическим оборудованием, по четырем составляющим: М, З, Э, А — затраты соответственно на основные и вспомогательные материалы; заработную плату; электроэнергию; амортизацию оборудования и производственных площадей.

Тогда комплексный показатель технического уровня для технологии и специализированного технологического оборудования определится методом средневзвешенного по формуле

$$K_{\text{ту}} = \sum K_{yi} a_i = K_{\text{им}} a_{\text{м}} + K_{\text{авт}} a_{\text{авт}} + K_{\text{э}} a_{\text{э}} + K_{\text{пл}} a_{\text{пл}},$$

где $a_{\text{м}} = M/(M+З+\text{Э}+A)$; $a_{\text{авт}} = З/(M+З+\text{Э}+A)$;

$$a_{\text{э}} = \text{Э}/(M+З+\text{Э}+A); \quad a_{\text{пл}} = A/(M+З+\text{Э}+A),$$

$K_{\text{им}}$ — коэффициент использования материалов, характеризует степень использования материалов; $K_{\text{авт}}$ — коэффициент автоматизации, это отношение всего машинного времени работы к сумме штучно-калькуляционного времени обработки; $K_{\text{э}}$ — коэффициент полезного действия, учитывает безвозвратные потери электроэнергии; $K_{\text{пл}}$ — коэффициент использования производственной площади, занимаемой оборудованием, по сравнению с площадью, занимаемой деталью, изделием.

3. СЕБЕСТОИМОСТЬ И ЦЕНА РАЗРАБОТОК И ИЗДЕЛИЙ

3.1. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗДЕЛИЙ

3.1.1. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ МЕТОДОМ КАЛЬКУЛИРОВАНИЯ

Метод калькулирования себестоимости единицы изделия основан на поэлементном расчете и суммировании отдельных статей затрат на изготовление изделия. Однако область применения этого метода в процессе дипломного проектирования РЭА очень сильно ограничена из-за того, что в процессе дипломного проектирования очень часто не создается полного комплекта рабочей документации: чертежи деталей, технологических процессов изготовления изделия. Это делает невозможным точное определение затрат на основные материалы, которые можно определить только по детализировочным чертежам; а также затрат на заработную плату основным производственным рабочим, которые можно определить только при наличии полного комплекта технологических процессов изготовления проектируемого изделия.

Тем не менее в ряде случаев в процессе дипломного проектирования метод калькулирования себестоимости изделия можно применять. Например, для специальности 2301, когда дипломник создает действующий макет по теме дипломного проекта; для специальности 2303, когда дипломник создает полный комплект детализировочных чертежей и весь технологический процесс изготовления нового изделия.

Для различных предприятий статьи затрат (расходов) в калькуляции могут быть разными и колебаться в широких пределах. Поэтому при выполнении дипломного проекта на предприятии дипломник должен брать за основу заводские калькуляции. При выполнении дипломного проекта вне предприятия можно использовать приведенную в табл. 19 калькуляцию себестоимости единицы продукции. Коэффициенты для расчета элементов себестоимости также следует брать по месту выполнения дипломного проекта. В случае невозможности получения данных коэффициентов на предприятии мож-

но использовать приведенные в пособии коэффициенты, отражающие усредненные статистические данные.

Таблица 19

Калькуляция себестоимости изделия

Статьи расходов	Условные обозначения	Сумма, р.
Затраты на основные материалы за вычетом реализуемых отходов	M_o	
Затраты на покупные комплектующие изделия	$P_{ки}$	
Транспортно-заготовительные расходы	T_p	
Основная заработная плата основных производственных рабочих	$Z_{осн}$	
Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	$Z_{доп}$	
Отчисления на социальное страхование основных производственных рабочих	$O_{сс}$	
Расходы на подготовку и освоение производства нового изделия	$P_{осв}$	
Цеховые накладные расходы	$C_{цех}$	
<i>Цеховая себестоимость</i>	$C_{цех}$	
Общезаводские накладные расходы	$Z_{нр}$	
<i>Заводская себестоимость</i>	$C_{зав}$	
Внепроизводственные расходы	$P_{вн}$	
<i>Полная себестоимость</i>	$C_{пол}$	

Согласно табл. 19, полную себестоимость можно определить по формуле

$$C_{пол} = M_o + P_{ки} + T_p + Z_{осн} + Z_{доп} + O_{сс} + P_{осв} + C_{цех} + Z_{нр} + P_{вн}.$$

Затраты на основные материалы определяются суммированием материалов, расходуемых на каждую деталь, входящую в проектируемое изделие:

$$M_o = \sum_{i=1}^n (H_{mi} C_{mi} - N_{отxi} C_{отxi}),$$

где n — количество деталей в изделии; H_{mi} — норма расхода материала на деталь (берется из детализировочного чертежа), кг; C_{mi} — цена 1 кг материала (берется по прейскуранту, см. прил. 2), р.; $C_{отxi}$ — цена 1 кг реализуемых отходов (берется по прейскуранту, см. прил. 2), р.; $N_{отxi}$ — величина реализуемых отходов на одну деталь, кг.

При отсутствии данных о величине реализуемых отходов на одну деталь можно использовать данные из [40]. Для массового производства приводятся следующие нормы: черные металлы — 15...20% от норм расхода, цветные металлы — 10...15%, кабели и провода — 2%, литье — 5...7%. Для условий серийного и единичного производства величина отходов будет несколько выше. Расчеты затрат на материалы следует оформить в виде таблицы (табл. 20).

Таблица 20

Расчет затрат на основные материалы

№№ п/п	Наименование детали	Количество деталей на изделие	Наименование и обозначение материала	Норма расхода материала, кг		Цена 1 кг материала, р.	Номер прейскуранта и номер материала по прейскуранту	Всего стоимость материала, р.
				на деталь	всего на изделие			

Затраты на ПКИ определяются по формуле

$$П_{ки} = \sum_{i=1}^n m_i Ц_{пки},$$

где n — количество видов ПКИ; m_i — количество ПКИ одного вида; $Ц_{пки}$ — цена одного ПКИ (определяется по прейскуранту, см. прил. 2) р.

Результаты расчетов следует свести в табл. 21.

Таблица 21

Расчет затрат на ПКИ

№ п/п	Наименование ПКИ	Обозначение ПКИ	Цена 1 шт., р.	Номер прейскуранта и номер по прейскуранту	Всего стоимость, р.

Транспортно-заготовительные расходы составляют: для основных материалов ~5...7% от их стоимости; для ПКИ ~2...4% от их стоимости.

Затраты на основную заработную плату основных производственных рабочих определяются по формуле

$$Z_{осн} = \sum_{i=1}^n (t_i C_{чи} K_{срi} + П_{pi}),$$

где n — общее количество операций по изготовлению изделия; t_i — трудоемкость выполнения i -й операции или комплекса работ (берется по технологическому процессу), н/ч; $C_{чи}$ — часовая тарифная ставка первого разряда (см. прил. 3), р./ч; $П_{pi}$ — премия основным производственным рабочим из фонда заработной платы (берется в размере 10...25% от тарифной заработной платы; $K_{срi}$ — средний тарифный коэффициент на комплекс работ (операцию), рассчитывается по формуле

$$K_{срi} = \frac{t_1 K_1 + t_2 K_2 + \dots + t_8 K_8}{t_1 + t_2 + \dots + t_8},$$

где $t_1, t_2 \dots t_8$ — трудоемкость работ 1, 2, ..., 8 разрядов на комплексе работ (операции), н/ч; $K_1, K_2 \dots K_8$ — тарифные коэффициенты 1, 2, ..., 8 разрядов (см. прил. 3).

Расчет затрат на основную заработную плату основных производственных рабочих следует свести в табл. 22.

Примечание. Ввиду ограниченности объема дипломного проекта допускается укрупненное представление технологического процесса и его нормирование по комплексам работ, включающих несколько операций.

Таблица 22

Расчет затрат на основную заработную плату основных производственных работ

№ п/п	Наименование операции (комплекса работ)	Трудоемкость операции (комплекса работ)	Тарифная ставка первого разряда	Средний тарифный коэффициент	Сумма заработной платы, р.

Затраты на дополнительную заработную плату определяются по формуле

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} K_{\text{доп}},$$

где $K_{\text{доп}}$ — коэффициент доплат к основной заработной плате (за очередные и дополнительные отпуска, выполнение государственных обязанностей, учебные отпуска и др.), берется примерно равным 0,1.

Отчисления на социальное страхование определяются по формуле

$$O_{\text{сс}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) K_{\text{сс}},$$

где $K_{\text{сс}}$ — коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, берется равным 0,37.

Расходы на подготовку и освоение нового изделия ($P_{\text{осв}}$) включают затраты научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций и самих серийных заводов на проектирование нового изделия и изготовление установочной серии. Среднее значение $P_{\text{осв}}$ для радиотехнических предприятий, выпускающих продукцию в массовом и крупносерийном производстве, примерно равно 3% от полной себестоимости, взятой без учета $P_{\text{осв}}$. Для среднесерийного, мелкосерийного и единичного производства этот процент выше, его можно определить исходя из следующего: расходы на освоение новых видов продукции налагаются в течение двух лет с момента окончания изготовления установочной серии новых изделий и начала установившегося серийного производства путем включения их в себестоимость продукции равномерно по изделиям. Следовательно, $P_{\text{осв}}$ можно определить точным расчетом, если общую величину затрат на проектирование и освоение нового изделия разделить на программу выпуска новых изделий за первые два года установившегося серийного производства.

Цеховые накладные расходы определяются по формуле

$$Ц_{\text{цр}} = З_{\text{сн}} K_{\text{цр}},$$

где $K_{\text{цр}}$ — коэффициент цеховых накладных расходов (для НИИ и КБ равен 0,66...0,90; для массового производства — 0,9... 1,0; для серийного производства — 1,3... 1,5; для единичного и мелкосерийного производства — 2,0... 2,5 и более).

Цеховая себестоимость определяется по формуле

$$C_{\text{цех}} = M_0 + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + П_{\text{ки}} + O_{\text{сс}} + P_{\text{осв}} + Ц_{\text{цр}}.$$

Формула для вычисления заводских накладных расходов имеет вид

$$З_{\text{зр}} = З_{\text{осн}} K_{\text{зр}},$$

где $K_{\text{зр}}$ — коэффициент заводских накладных расходов (для НИИ и КБ равен 0,45...0,60; для массового производства —

0,6 ... 0,7; для серийного производства — 0,8 ... 1,0; для мелко-серийного и единичного производства — 1,2 ... 1,5 и более).

Заводская себестоимость определяется по формуле

$$C_{зав} = C_{цех} + Z_{ир.}$$

Внепроизводственные расходы рассчитываются следующим образом:

$$P_{вн} = C_{зав} K_{вн},$$

где $K_{вн}$ — коэффициент внепроизводственных расходов (берется примерно равным 0,05 ... 0,08); внепроизводственные расходы включают затраты на сбыт продукции, подготовку кадров и выполнение научно-исследовательских работ.

Полная себестоимость изготовления изделия равна

$$C_{пол} = C_{зав} (1 + K_{вн}).$$

Данные по расчету себестоимости единицы продукции следует свести в табл. 19.

Примечание. При использовании данного подхода к определению себестоимости продукции исключается возможность повторного счета затрат.

3.1.2. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ УКРУПНЕННЫМИ МЕТОДАМИ

В условиях дипломного проектирования при недостатке информации рекомендуется применять укрупненные методы расчета (методы прогнозирования) себестоимости изготовления нового изделия. Известно большое количество подобных методов, но для радиотехнических изделий их применение сильно ограничено.

Наибольшее применение для изделий радиотехнической промышленности нашел метод удельных весов структуры себестоимости. Для его применения надо иметь принципиальную электрическую схему изделия. В основе метода лежит принцип пропорциональности отдельных элементов затрат при изготовлении однотипной аппаратуры (то есть аналогичной по конструктивно-технологическим характеристикам). Расчет производят в два этапа:

1) Составляют табл. 21, в которую включаются все радиоэлементы, входящие в принципиальную электрическую схему проектируемого изделия. По этой таблице находят общую стоимость ПКИ.

2) Определяют полную себестоимость изделия по формуле

$$C_{пол} = P_{ки} / Y_{пки} \cdot 100,$$

где $Y_{пки}$ — удельный вес стоимости ПКИ в себестоимости

базового изделия (берется по статистическим данным предприятия, а при их отсутствии можно использовать данные прил. 4).

Так же, как и в случае калькулирования себестоимости единицы продукции, расчеты следует свести в табл. 19. При этом все статьи расходов определяются по формуле

$$C_i = C_{\text{пол}} Y_i / 100,$$

где C_i — статья расходов (i -я) согласно табл. 19, р.; Y_i — удельный вес i -й статьи расходов (согласно данным предприятия или прил. 4), %.

В процессе дипломного проектирования нередко дипломник разрабатывает только часть принципиальной электрической схемы изделия. Тогда полная себестоимость изделия в целом может быть определена следующим образом:

1) описанным выше методом удельных весов структуры себестоимости определяют себестоимость детально разработанного блока (узла), на который имеется принципиальная электрическая схема;

2) экспертным путем находят коэффициент конструктивно-технологической сложности других блоков (узлов) функциональной схемы изделия по отношению к известному блоку или узлу (ниже приведена схема, поясняющая метод определения себестоимости изготовления изделия при наличии принципиальной электрической схемы только на один из блоков (узлов) изделия;

Блок А (разработанный) $C_{\text{пол}}^A = 200 \text{ р.}$	Блок Б $K_{\text{сл}}^B = 0,8$
Блок В $K_{\text{сл}}^B = 1,2$	Блок Г $K_{\text{сл}}^Г = 2,0$

3) определяют полную себестоимость изготовления изделия:

$$C_{\text{пол}} = 200 + 200(0,8 + 1,2 + 2,0) = 1000 \text{ р.}$$

В некоторых случаях в процессе дипломного проектирования (это имеет место на ранних этапах НИР и ОКР) необходимо определить себестоимость изготовления изделия при наличии только функциональной или структурной схемы изде-

лия, то есть при полном отсутствии принципиальной электрической схемы изделия. Для расчетов подбирают существующие изделия с известной себестоимостью и ценой либо блоки (узлы) этих изделий, выполняющие аналогичные функции и имеющие подобные новому изделию конструктивно-технологические свойства. Полная себестоимость нового изделия может быть определена путем сравнения его (или его отдельных блоков и узлов) по конструктивно-технологической сложности с известными изделиями (блоками, узлами). Сравнение производится аналогично предыдущему методу экспертным путем.

Для проектируемых изделий, у которых важнейшим ТЭП является надежность и задача проектирования заключается именно в повышении надежности, полную себестоимость можно определить по формуле [10]

$$C_{\text{пол}} = C_0 \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^a = C_0 \left(\frac{\ln \frac{1}{P_0}}{\ln \frac{1}{P}} \right)^a,$$

где C_0 — полная себестоимость изделия-аналога, выполняющего аналогичные функции, р.; λ_0, λ — интенсивность отказов изделия-аналога и нового изделия соответственно, 1/ч; P_0, P — вероятность безотказной работы аналога и нового изделия соответственно; a — коэффициент аппроксимации, характеризующий эффективность вложения средств в повышение надежности. Он равен 0,5...1,5. Его величина берется в зависимости от уровня разработки и производства нового изделия по сравнению с уровнем разработки и производства изделия-аналога: чем выше уровень, тем меньше коэффициент a .

3.2. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА НИР И ОКР

Возможно применение трех способов определения сметной стоимости НИР (ОКР):

- по выработке (среднегодовой, среднедневной) на одного среднесписочного работника;
- по заработной плате исполнителей на выполнение НИР (ОКР);
- по теме-аналогу с учетом технического уровня темы.

3.2.1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА НИР (ОКР) ПО ВЫРАБОТКЕ НА ОДНОГО СРЕДНЕСПИСОЧНОГО РАБОТНИКА

Для реализации этого метода вначале составляется график (линейный, сетевой) предстоящих работ. Тогда общая сметная стоимость темы определится по формуле

$$C = v \sum_{i=1}^n T_i,$$

где v — среднегодовая (среднедневная) выработка на одного среднесписочного работника (берется либо по месту работы, либо укрупненно равной 5000 р./год (20 р./дн.); n — количество предстоящих работ в графике; T_i — трудоемкость i -й работы в графике, чел./год, чел./дн.

По общей величине сметной стоимости НИР (ОКР) и структуре затрат на НИР (ОКР) можно составить смету затрат на тему. Любая статья расходов в смете затрат может быть определена по формуле

$$Z_i = C Y_i / 100,$$

где Z_i — величина i -й статьи расходов (название статьи можно брать либо из прил. 11, либо по данным предприятия, на котором выполняется дипломный проект), р.; Y_i — удельный вес i -й статьи затрат (берется либо из прил. 11, либо по месту выполнения дипломного проекта), %.

3.2.2. РАСЧЕТЫ ЗАТРАТ НА НИР (ОКР) ПО ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Для реализации этого метода необходимо составить график (линейный, сетевой) предстоящих работ. Далее определяются затраты на зарплату исполнителей по всей теме:

$$Z_{зп} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij} Z_{mj},$$

где n — количество работ в графике; m — количество j -х исполнителей на i -й работе; T_{ij} — трудоемкость i -й работы для j -го исполнителя, чел./дн., чел./мес., чел./ч; Z_{mj} — заработная плата (дневная, месячная, часовая) j -го исполнителя (берется из прил. 9), р./дн., р./мес., р./ч.

По структуре сметы затрат на аналогичные темы определяется сметная стоимость НИР (ОКР):

$$C = Z_{зп} / Y_{зп} \cdot 100,$$

где $Y_{зп}$ — удельный вес основной заработной платы в струк-

туре сметы затрат (берется либо по месту выполнения дипломного проекта, либо из прил. 11), %.

Определяются прочие статьи затрат по формуле, приведенной в 3.2.1.

3.2.3. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА НИР (ОКР) ПО ТЕМЕ-АНАЛОГУ С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТЕМЫ

Для этого метода сметная стоимость НИР (ОКР) определяется по формуле

$$C = C_0 K_{\text{ту}} \cdot 0,7,$$

где C_0 — сметная стоимость темы-аналога (берется по данным предприятия, на котором выполняется дипломный проект), р.; $K_{\text{ту}}$ — комплексный (интегральный) коэффициент технического уровня новой темы по отношению к теме-аналогу; $0,7$ — коэффициент, корректирующий темпы повышения затрат на новую тему по повышению технического уровня (учитывает рост производительности труда и другие факторы). Этот коэффициент удерживает повышение роста затрат на тему в пределах роста величины технико-экономических показателей.

Далее определяются все статьи затрат по формуле, приведенной в 3.2.1, и составляется смета затрат на тему.

3.2.4. УЧЕТ В СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ НИР (ОКР) ВЕРОЯТНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РИСКА (ВЕРОЯТНОСТИ УСПЕХА)

В новых условиях хозяйствования (в условиях полного хозяйственного расчета и самофинансирования) следует учитывать, что все НИР и ОКР имеют определенный риск получения отрицательного результата. Если до начала радикальной экономической реформы оплачивались все темы (в том числе и неудачные, с отрицательным эффектом), то в новых условиях есть большая вероятность того, что заказчик может отказать в оплате неудачной темы и закон будет на его стороне. Тем не менее для НИР и ОКР получение отрицательного результата — это тоже результат, и потому это вполне нормальное явление. В данном случае, чтобы не стать банкротом, разработчик вынужден учитывать при оплате тем вероятность технического риска (или вероятность успеха). За счет этих средств не только повышается оплата труда исполнителей за риск, но и формируется резерв, из которого могут покрываться затраты на неудачные темы. В этом случае сметная

стоимость НИР (ОКР) с учетом вероятности технического риска (успеха) определится по формуле

$$C_{\text{вУ}} = C(2 - K_{\text{вУ}}) = C(1 + K_{\text{нтр}}),$$

где C — сметная стоимость темы без учета вероятности технического риска (успеха), р.; $K_{\text{вУ}}$ — коэффициент вероятности успеха (прил. 12); $K_{\text{нтр}}$ — коэффициент научно-технического риска ($K_{\text{нтр}} = 1 - K_{\text{вУ}}$).

3.2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОКР

При расчете трудоемкости ОКР можно использовать метод прямого счета, который оказался наиболее приемлемым в конструкторских бюро приборостроения.

Определить количество чертежей формата 11. Для этого необходимо составить полный перечень чертежей и схем, необходимых для полного описания механической и электронной частей конструкции изделия: структурная схема изделия, блок-схема, функциональная схема, принципиальная электрическая схема изделия, монтажная схема; чертежи общего вида изделия, его основные проекции, разрезы, габаритный чертеж; детализовочные чертежи на оригинальные и стандартные детали; вспомогательные проекции, разрезы, сечения, необходимые для изображения элементов конструкции изделия, его узлов и деталей. Все данные сводятся в табл. 23.

Примечание. Следует обратить внимание на то, что в приведенный перечень, согласно ЕСКД, входят только чертежи и схемы, а не вся конструкторская документация.

Таблица 23

Расчет чертежей формата 11, необходимых для описания проектируемого изделия

Наименование чертежа	Количество чертежей	Формат	Количество чертежей формата 11
Схема принципиальная	1	24	$2 \times 4 = 8$

Общая трудоемкость конструкторских работ в человеко-часах рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{к}} = T N K_{\text{сл}} K_{\text{н}} K_{\text{ст}},$$

где T — время, необходимое для выпуска одного чертежа формата 11 по первой группе сложности и i -й группе новизны (прил. 21), н/ч; N — количество чертежей формата 11, берется из табл. 23; $K_{\text{сл}}$ — коэффициент группы сложности (прил. 22); $K_{\text{н}}$ — коэффициент группы новизны (прил. 23);

$K_{ст}$ — коэффициент снижения трудоемкости работ в зависимости от степени унификации (определяется отношением количества чертежей формата 11, описывающих стандартные элементы конструкции изделия, к общему количеству чертежей формата 11 в табл. 23).

Кроме подготовки чертежей в конструкторских бюро проводятся и другие работы, которые составляют значительную часть общего объема ОКР. Трудоемкость данных работ можно определить по формуле

$$Q_{дi} = Q_k K_{дi} / 100,$$

где $K_{дi}$ — процент дополнительных работ по i -му этапу ОКР (прил. 24).

Трудоемкость дополнительных работ следует свести в табл. 24.

Таблица 24

Трудоемкость дополнительных работ ОКР

№ п/п	Наименование дополнительных работ	Коэффициент дополнительных работ	Трудоемкость дополнительных работ, чел./ч
1	Инженерные расчеты на прочность, тепловые расчеты и др.	1,5	$250 \times 1,5 = 375$

Примечание. При необходимости для конструкторских работ можно составить таблицу, аналогичную табл. 24 (проценты структуры и перечень конструкторских работ имеются в прил. 25).

Метод прямого счета дает возможность определить трудоемкость на основе укрупненных нормативов всех чисто конструкторских работ, которые даются на формат 11. Возможны другие варианты определения трудоемкости ОКР, которые основаны на нормативах на отдельные виды конструкторских работ [17, 21, 22].

3.3. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ, ВНЕДРЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ САПР

В процессе дипломного проектирования на радиотехническом факультете, как правило, разрабатываются частные задачи САПР, для которых не требуется приобретения технических

средств, так как используются уже имеющиеся средства вычислительной техники. Поэтому в данном случае затраты на разработку и внедрение задач САПР можно определить по формуле

$$K_{\text{сапр}} = \sum_{i=1}^n \left((K_{zi} + f_i \frac{T_{zi}}{T_d} K_{\text{оф}}) \right) = \sum_{i=1}^n (K_{zi} + \alpha_i K_{\text{оф}}),$$

где n — количество задач САПР, разрабатываемых в дипломном проекте; K_{zi} — затраты на разработку и отладку i -й задачи САПР, р.; f_i — предполагаемое количество решений i -й задачи САПР в год (определяется по данным предприятия или обосновывается расчетами в пояснительной записке); T_{zi} — время, затрачиваемое на выполнение разработанной i -й задачи САПР на имеющемся комплексе технических средств, ч.; $K_{\text{оф}}$ — балансовая стоимость комплекса технических средств САПР и помещений, р.; T_d — действительный годовой фонд времени работы комплекса технических средств САПР, ч.

Примечание. При разработке больших САПР, на которые отсутствует комплекс технических средств и эти средства необходимо приобретать, затраты на проектирование и внедрение САПР можно рассчитывать по методике, предложенной в [27], или по указанной выше формуле, приняв $\alpha_i = 1$.

В представленной формуле составляющие K_{zi} , T_{zi} , T_d , $K_{\text{оф}}$ неизвестны, их необходимо определить. Ниже приводится методика их расчета.

3.3.1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ И ОТЛАДКУ i -Й ЗАДАЧИ САПР

Примерно 55...65% всех затрат на разработку и внедрение задач САПР (K_{zi}) составляют затраты на создание математического обеспечения, то есть на разработку и отладку рабочих программ ($Z_{\text{мо}i}$) [27]. С учетом этого K_{zi} определяется следующим образом:

$$K_{zi} = \frac{Z_{\text{мо}i} \cdot 100}{(55 + 65)}.$$

Данная формула облегчает расчет общих затрат на САПР, так как в настоящее время на разработку математического обеспечения имеются различные нормативно-справочные данные. Затраты на разработку и отладку математического обеспечения САПР можно рассчитать по формуле

$$Z_{\text{мо}i} = Z_{\text{пр}i} + Z_{\text{отл}i},$$

где $Z_{\text{пр}i}$ — затраты на заработную плату программистам с уче-

том отчислений на соцстрах и дополнительной зарплаты, р.; $Z_{отл\ i}$ — затраты на отладку разработанной программы на ЭВМ, р.

Затраты на зарплату программистам, разрабатывающим программу и отлаживающим ее, определяются по формуле

$$Z_{пр\ i} = m_i t_i K_{н\ i} K_{к\ п\ i} \frac{O_{пр\ i}}{8 \cdot 22} K_{сс\ i} K_{доп\ i},$$

где m_i — количество команд в i -й задаче; t_i — трудоемкость выполнения на одну команду для i -й задачи с учетом группы сложности программы (берется из прил. 6 с учетом прил. 5), чел./ч; $K_{н\ i}$ — коэффициент новизны задачи (прил. 8); $K_{пр\ i}$ — коэффициент квалификации программиста (равен 1,0 для программиста с опытом работы около одного года); равен 1,2...1,4 — при меньшем опыте работы; равен 0,5...0,8 — при большем опыте работы); $O_{пр\ i}$ — месячный оклад программиста (прил. 9), р.; $K_{сс\ i}$ — коэффициент отчислений на социальное страхование (берется равным 1,15 [27]); $K_{доп\ i}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (равен $\sim 1,1$); 22 — примерное число рабочих дней в месяце; 8 — количество часов в рабочем дне программиста.

Затраты на отладку программы на ЭВМ рассчитываются по формуле

$$Z_{отл\ i} = m_i t_i K_{н\ i} \frac{(2 \div 4) C_{эвм\ i}}{100},$$

где $C_{эвм\ i}$ — стоимость машино-часа работы ЭВМ, работающей по отладке i -й задачи (прил. 7), р.; $(2 \div 4)\%$ — примерный процент машинного времени на отладку задач на ЭВМ от общей трудоемкости разработки программы.

3.3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ, ЗАТРАЧИВАЕМОГО НА ВЫПОЛНЕНИЕ i -Й ЗАДАЧИ САПР НА ИМЕЮЩЕМСЯ КОМПЛЕКСЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Время, затрачиваемое на выполнение i -й задачи комплексом технических средств (КТС) САПР ($T_{з\ i}$), определяется в дипломном проекте, как правило, на основе реального решения разработанной дипломником задачи с помощью КТС САПР по хронометру (часам).

Расчет $T_{з\ i}$ аналитическими методами весьма затруднен и не дает точных результатов. Он может быть применен в том случае, если дипломник разрабатывает только алгоритм решения задачи и не доводит его до рабочей программы. Аналитический расчет достаточно подробно описан в работе [25].

3.3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ГОДОВОГО ФОНДА ВРЕМЕНИ РАБОТЫ КТС САПР

Действительный годовой фонд времени работы КТС САПР (T_d) следует брать по данным предприятия, где выполняется дипломный проект. При отсутствии такой возможности можно использовать данные прил. 10.

3.3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛАНСОВОЙ СТОИМОСТИ КТС САПР

В балансовую стоимость КТС САПР ($K_{\text{оф}}$) включаются следующие затраты:

$K_{\text{ктс}}$ — стоимость КТС САПР (из табл. 12, 13, 14 [20] или по прейскуранту 17—08, прил. 2);

$K_{\text{ту}}$ — затраты на транспортировку, установку и монтаж, наладку и пуск (для укрупненного расчета равны примерно 10% от стоимости КТС САПР);

$K_{\text{пи}}$ — стоимость производственно-хозяйственного инвентаря (примерно 2,5% от стоимости КТС САПР);

$K_{\text{зд}}$ — стоимость зданий и помещений, где располагаются КТС САПР; определяется по формуле

$$K_{\text{зд}} = \sum_{j=1}^k S_j C_{\text{пл}} \alpha_{\text{зд}} / \alpha_{\text{ктс}},$$

где k — количество оборудования (основного и вспомогательного), входящего в КТС САПР; S_j — удельная площадь (кубатура), приходящаяся на единицу оборудования КТС САПР, м^2 (м^3); $C_{\text{пл}}$ — стоимость м^2 (м^3) здания для размещения КТС САПР или стоимость реконструкции существующих помещений для КТС САПР (стоимость 1 м^2 здания равна 130 р.; стоимость 1 м^3 здания равна 32 р.; стоимость реконструкции помещений равна 60—80 р./ м^2); $\alpha_{\text{зд}}$ — годовая норма амортизации зданий и помещений (равна 2,6%); $\alpha_{\text{ктс}}$ — годовая норма амортизации КТС САПР (равна 12%).

Таким образом, общая формула для определения балансовой стоимости КТС САПР и занимаемых помещений будет иметь вид

$$K_{\text{оф}} = K_{\text{ктс}} + K_{\text{зд}} + K_{\text{ту}} + K_{\text{пи}} = 1,125 K_{\text{ктс}} + \sum_{j=1}^k S_j C_{\text{пл}} \alpha_{\text{зд}} / \alpha_{\text{ктс}}.$$

3.3.5. РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ САПР

Годовые эксплуатационные расходы на САПР рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{экс}} = M_0 + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + O_{\text{сс}} + Z_a + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{рем}} + Z_{\text{пл}} + Z_{\text{проч}},$$

где M_0 — затраты на основные материалы (~1% от стоимости КТС САПР), р.;

$Z_{\text{осн}}$ — основная заработная плата обслуживающего персонала, определяется по формуле

$$Z_{\text{осн}} = f_i T_{zi} / T_d \cdot 12 \sum_{i=1}^n O_{\text{оп}i};$$

$Z_{\text{доп}}$ — дополнительная заработная плата обслуживающего САПР персонала (10% от $Z_{\text{осн}}$), р.;

$O_{\text{сс}}$ — отчисления на социальное страхование обслуживающего САПР персонала (37% от $Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$) р.;

Z_a — амортизационные отчисления за КТС САПР (берутся примерно в размере 12% от стоимости КТС САПР), р.;

$Z_{\text{эл}}$ — затраты на электроэнергию (примерно 0,4...0,7% от стоимости КТС САПР), р.;

$Z_{\text{рем}}$ — затраты на ремонт КТС САПР (примерно 5% в год от стоимости КТС САПР), р.;

$Z_{\text{пл}}$ — затраты на содержание и ремонт производственных площадей, занимаемых КТС САПР (примерно 8 р./м² в год), р.;

$Z_{\text{проч}}$ — прочие расходы на эксплуатацию КТС САПР (примерно 0,5...2,5% от стоимости КТС САПР), р.;

n — количество обслуживающего персонала;

$O_{\text{оп}i}$ — месячный оклад i -го работника (прил. 9), р.

Примечание. Для более точных расчетов эксплуатационных расходов на функционирование САПР можно использовать работу [27].

3.4. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЦЕНЫ НА НОВОЕ ИЗДЕЛИЕ

В учебной и научной литературе (например, [38]) давно указывается на наличие двух предельных видов цен на продукцию машиностроения (в том числе и радиотехнической промышленности как отрасли машиностроения): нижний предел (минимальная цена); верхний предел (лимитная цена).

Нижний предел цены — это минимально возможная цена продукции. Она определяется исходя из величины затрат на продукцию: для изделий промышленности — из полной себестоимости изготовления изделия; для НИР и ОКР — из сметной стоимости работ на их выполнение. В общем случае (и для промышленной и для научно-технической продукции ма-

шиностроения) нижний предел цены определится по формуле

$$C_{\min} = C_{\text{пол}} (1 + R/100),$$

где $C_{\text{пол}}$ — полная себестоимость изготовления изделия (сметная стоимость НИР и ОКР), р.; R — норматив рентабельности (примерно равный 15...20%).

Метод ценообразования, основанный на использовании этой формулы, носит затратный характер, так как в данном случае величина цены определится величиной затрат на производство продукции. До последнего времени в СССР ценообразование на машиностроительную продукцию (промышленную и научно-техническую) строилось на затратном методе, что приводило к существенному превышению темпов роста цен по сравнению с темпами роста основных показателей технического уровня продукции. В настоящее время начинается постепенный переход на ценообразование по *верхнему пределу цены*, то есть по лимитной цене, основанной на экономическом эффекте, получаемом от использования продукции.

Метод расчета цены на новую машиностроительную продукцию производственно-технического назначения. Для апробации методов определения цен Госкомцен СССР в 1987 году утвердил временную методику определения цен на новую машиностроительную продукцию производственно-технического назначения. К новой продукции согласно временной методике относится высокоэффективная, конкурентоспособная продукция, соответствующая или превосходящая по своим показателям лучшие мировые достижения. По этой методике предполагается существование трех видов цен: лимитной, договорной и прейскурантной.

Лимитная цена выражает допустимый верхний уровень цены новой продукции. Она определяется на начальных этапах разработки новой продукции и используется: для технико-экономических расчетов; обоснования целесообразности проектирования и производства; установления договорных цен.

Лимитная цена рассчитывается по формуле

$$C_{\text{л}} = C_{\text{б}} + \text{Э}_{\text{п}} K_{\text{э}},$$

где $C_{\text{б}}$ — цена базовой продукции, принимаемой в качестве аналога для расчета лимитной цены, р.; $\text{Э}_{\text{п}}$ — полезный эффект от применения новой продукции по сравнению с аналогом (определяется согласно главам IV и V настоящего пособия), р.; $K_{\text{э}}$ — коэффициент учета полезного эффекта в цене новой продукции (равен 0,7).

Договорная цена на новую продукцию устанавливается

в пределах лимитной цены по договоренности с заказчиком. При этом соответствие продукции по технико-экономическим показателям высшей категории качества подтверждается расчетами технического уровня.

Если на продукцию нет договорной цены, то она продается по прейскурантной цене, которая вычисляется согласно временной методике по формуле

$$Ц_{пр} = Ц_{нор} П_r \pm Д,$$

где $Ц_{нор}$ — исходный норматив цены, определяемый на единицу главного (основного) параметра (берется по данным предприятия, на котором выполняется дипломный проект), р./ед. параметра; $П_r$ — количественное значение главного (основного) технического параметра нового изделия; $Д$ — доплаты (скидки), отражающие изменение других технико-экономических показателей нового изделия.

Расчет доплат (скидок) производится на основе выявленной зависимости изменения цен и отдельных эксплуатационных показателей новой продукции (долговечности, надежности, удельных норм расхода топлива, энергии и др.). При этом в расчет доплат включается не более 70% полезного эффекта, получаемого потребителем от применения нового изделия.

При невозможности выделить главный (основной) показатель и исчислить сравнительную экономическую эффективность применяется балловый метод расчета прейскурантной цены. В этих целях используется комплексный показатель качества продукции.

3.5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЦЕНЫ НА ПРОДУКЦИЮ НИР И ОКР

Для НИР и ОКР существуют четыре вида цен: минимальная, лимитная, максимальная и договорная.

Минимальная цена ($Ц_{min}$) определяется полной величиной затрат на выполнение НИР (ОКР) по формуле

$$Ц_{min} = C(2 - K_{vy})(1 + R_{min}/100)$$

или

$$Ц_{min} = C_o K_{ty} 0,7(2 - K_{vy})(1 + R_{min}/100),$$

где C — сметная стоимость темы (определяется согласно 3.2), р.; K_{vy} — коэффициент вероятности успеха (по прил. 12); R_{min} — минимальный уровень рентабельности НИР (ОКР), определяется устойчивыми отчислениями в госбюджет и в местный бюджет (плата за фонды, трудовые ресурсы

и др.), %; $K_{\text{тy}}$ — комплексный коэффициент технического уровня продукции НИР (ОКР); C_0 — сметная стоимость темы-аналога, р.

Лимитная цена (C_{lim}) — это верхний возможный предел цены для данной НИР (ОКР), определяется максимально возможной величиной экономического эффекта, получаемого заказчиком от внедрения результатов НИР (ОКР). Рассчитывается по формуле

$$C_{\text{lim}} = C_{\text{min}} + D_{\text{max}},$$

где D_{max} — максимальные доплаты к цене, определяемые исходя из величины максимально возможного экономического эффекта, получаемого от внедрения результатов НИР (ОКР), р.

Максимальная цена (C_{max}) — это верхний возможный предел договорной цены для данной НИР (ОКР). Определяется величиной экономического эффекта, получаемого заказчиком от внедрения результатов НИР (ОКР) и скорректированного с учетом ряда факторов, отражающих качество результатов (технический уровень, сроки выполнения работ, значимость заказа для народного хозяйства и др.):

$$C_{\text{max}} = C_{\text{min}} + D,$$

где D — доплаты к цене, определяемые исходя из экономического эффекта от внедрения результатов НИР (ОКР), скорректированного с учетом качественных показателей темы (технического уровня, сроков выполнения работ, значимости заказа и др.), р.

Договорная цена ($C_{\text{дог}}$) — это цена НИР (ОКР), устанавливается по соглашению заинтересованных сторон (разработчика и заказчика). Ее величина должна находиться в пределах между минимальной и максимальной ценами продукции НИР (ОКР), то есть

$$C_{\text{min}} \leq C_{\text{дог}} \leq C_{\text{max}} \leq C_{\text{lim}}.$$

Важнейшим вопросом ценообразования на продукцию НИР (ОКР) является определение доплат к цене. Это осуществляется на основе общей максимальной доли экономического эффекта организации-разработчика ($\mathcal{E}_{\text{общ}}$), то есть имеет место следующее равенство

$$D_{\text{max}} = 0,7 \cdot \mathcal{E}_{\text{общ}},$$

где 0,7 — коэффициент, учитывающий необходимость некоторого запаздывания роста цены на продукцию НИР (ОКР) по сравнению с ростом экономического эффекта, а значит, и по сравнению с ростом технико-экономических показателей.

Известно, что фактический экономический эффект часто

бывает значительно ниже ожидаемого экономического эффекта, рассчитываемого перед выполнением НИР (ОКР) так же, как и цена. Следовательно, цена строится на основе ожидаемого экономического эффекта. Для того, чтобы избежать (или хотя бы в значительной степени снизить) ошибки при расчете цены продукции НИР (ОКР), необходимо учесть в цене все важнейшие факторы, влияющие на конечный результат и на фактический экономический эффект:

технический уровень продукции. Чем он выше, тем меньше вероятность ошибки в возможности получения требуемого экономического эффекта;

значимость заказа (зависимость экономического эффекта от значимости прямо пропорциональная);

сроки выполнения НИР (ОКР). Чем быстрее будут выполнены работы, тем меньше будут потери от морального старения результатов НИР (ОКР).

Эти три фактора отражаются в цене с помощью коэффициентов, корректирующих доплаты к цене:

$K_{нту}$ — коэффициент научно-технического уровня (прил. 13); $K_{зз}$ — коэффициент значимости заказа (прил. 14); $K_{ср}$ — коэффициент снижения срока выполнения работ (прил. 15).

С учетом перечисленных коэффициентов получится величина доплат к цене

$$Д = 0,56 K_{нту} K_{зз} K_{ср} Д_{мах},$$

где 0,56 — коэффициент, учитывающий, что $K_{нту}$ и $K_{ср}$ больше единицы; вычисляется из зависимости

$$K_{нту}^m K_{зз}^m K_{ср}^m K_{доп}^m = 1$$

(индекс m означает максимальное значение коэффициента), отсюда

$$K_{доп}^m = \frac{1}{1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2} = 0,56.$$

Тогда получим

$$Ц_{мах} = Ц_{мин} + 0,56 K_{нту} K_{зз} K_{ср} Д_{мах}$$

или

$$Ц_{мах} = Ц_{мин} + 0,56 K_{нту} K_{зз} K_{ср} 0,7 Э_{общ}.$$

На практике возможны следующие частные случаи расчета цены на продукцию НИР (ОКР):

1. Если интегральный коэффициент технического уровня не определяется, то для проблемных НИР можно принять $K_{нту} = 1,0$. Для всех прочих НИР (ОКР) $K_{нту} = 0,5$.

2. Если нет возможности рассчитать экономический эффект, то считается, что организации не выгодно выполнять

работу, которая имеет экономическую эффективность ниже среднего значения для прочих работ. Поэтому цена НИР (ОКР) рассчитывается на основе условного экономического эффекта по формуле

$$C_{\max} = C_{\min} + 0,56 K_{\text{нты}} K_{\text{зз}} K_{\text{ср}} \cdot 0,7 E_{\text{ср}} T_{\text{сл}},$$

где $E_{\text{ср}}$ — среднее значение коэффициента экономической эффективности для организации по работам, имеющим экономический эффект (примерно равно 1,5); $T_{\text{сл}}$ — срок эксплуатации (использования) результатов разработки. Ориентировочно равен нормативному сроку окупаемости (для машиностроения $T_{\text{н}} = 6,6$ года, тогда $T_{\text{сл}} = 6$ годам).

3. Если экономический эффект установлен только для части технико-экономических показателей разработки, то цена рассчитывается также по условному экономическому эффекту, но для части технико-экономических показателей в соответствии с коэффициентами их весомости определяется:

а) условная экономия от изменения показателя, для которого экономия не рассчитывалась по формуле

$$\pm \Delta C'_i = (a_i | \pm \Delta C_k) / a_k,$$

где a_i — коэффициент весомости i -го показателя, для которого экономия не определялась (берется из расчета интегрального коэффициента технического уровня темы); a_k — коэффициент весомости k -го показателя, для которого экономия (убыток) просчитана (берется из расчетов интегрального коэффициента технического уровня темы); $\pm \Delta C_k$ — экономия (убыток) от изменения k -го показателя, р.

б) общая условная экономия за срок использования результатов темы:

$$\Delta C' = \sum_{i=1}^n (\pm \Delta C'_i) + \sum_{k=1}^m (\pm \Delta C_k),$$

где n — количество показателей, для которых экономия не определялась; m — количество показателей, для которых экономия определялась; $\pm \Delta C'_i$ — условная экономия от изменения i -го показателя, р.; $\pm \Delta C_k$ — расчетная экономия от изменения k -го показателя, р.

Примечание. Знак (\pm) означает, что экономия или убыток берутся со своим знаком;

в) общая сумма доли условного экономического эффекта организации:

$$\mathcal{E}'_{\text{общ}} = K_{\text{ду}} \sum_{i=1}^{T_{\text{сл}}} \Delta C' / T_{\text{сл}} - C_{\min},$$

где $K_{\text{ду}}$ — коэффициент долевого участия организации в получении экономического эффекта (прил. 16).

4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ

4.1. ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ

Для определения понятия экономической эффективности разработки необходимо раскрыть такие категории: эффект, экономический эффект, эффективность, экономическая эффективность.

Эффект — это результат внедрения разработки в народное хозяйство в абсолютном выражении (т, м, р., кВт и т. д.).

Экономический эффект — это результат внедрения разработки в народное хозяйство в стоимостном выражении (экономия, прибыль).

Эффективность характеризуется сопоставлением результата (эффекта) с затратами. Это особенно важно, так как обществу не безразлично, какими средствами достигнут результат. Как результат, так и затраты в данном случае могут быть выражены либо в стоимостном, либо в натуральном выражении.

Экономическая эффективность — это отношение результата к затратам в стоимостном выражении (и затраты и результат в данном случае выражены в рублях). В связи с этим экономическая эффективность может быть определена двояко, в зависимости от конкретных условий: а) получение максимального результата при заданных затратах (при насыщенности рынка); б) получение минимальных затрат при заданном результате (это может быть при насыщенности рынка).

Следует различать два понятия экономической эффективности: критерий экономической эффективности и показатель экономической эффективности.

Критерий — это то, чем в целом можно выразить экономическую эффективность общественного производства. Большое число наших ученых считают, что критерием экономической эффективности производства является производительность общественного труда, которая в общем виде может быть определена по формуле

$$E_0 = \Delta_0 / (t_{ж} + t_{об}),$$

где Δ_0 — экономический эффект (для народного хозяйства

в целом это национальный доход); $t_{ж}, t_{ов}$ — величина живого и овеществленного труда, затраченного на получение эффекта (стоимость — это овеществленный труд).

Однако данный критерий практически подсчитать невозможно из-за невозможности точной оценки овеществленного труда. Поэтому разработана система показателей экономической эффективности, которые могут приближенно в количественном отношении дать оценку экономической эффективности вместо критерия. Из-за неполного соответствия критерия и показателей экономической эффективности и возникают все трудности при оценке экономической эффективности разработок по показателям, а не по критерию.

4.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ

А. Экономическую эффективность разработки можно определить с помощью метода приведенных затрат. В данном случае по сравниваемым вариантам разработки определяются приведенные затраты (годовые или на весь срок использования результата разработки):

приведенные годовые затраты

$$З_{пр г} = C + E_n K;$$

приведенные затраты на срок использования результатов разработки

$$З_{пр} = CT_{сл} + K,$$

где C — текущие (эксплуатационные) расходы; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности (для радиотехнической промышленности $E_n = 0,2 \div 0,33$); K — единовременные (капитальные) вложения; $T_{сл}$ — срок использования разработки в народном хозяйстве.

Наиболее эффективный вариант выбирается по минимуму приведенных затрат, то есть

$$C + E_n K \rightarrow \min \text{ или } CT_{сл} + K \rightarrow \min.$$

Б. В большинстве случаев при определении экономической эффективности разработки ставится задача вычисления ее количественной оценки. В этом случае необходимо определить следующие три показателя экономической эффективности, показывающие экономическую эффективность использования разработки в народном хозяйстве с разных сторон:

годовой экономический эффект

$$\begin{aligned}\Delta_r &= Z_{\text{пр } r_1} - Z_{\text{пр } r_2} = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2) = \\ &= (C_1 - C_2) - E_n (K_2 - K_1) = \Delta C - E_n \Delta K;\end{aligned}$$

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{\text{ок}} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) = \Delta K / \Delta C;$$

расчетный коэффициент экономической эффективности разработки

$$E_p = 1/T_{\text{ок}} = \Delta C / \Delta K.$$

Для определения этих показателей, как видно из формул, необходимо найти ΔC и ΔK . Их расчет дается в следующих параграфах.

В. Третий метод определения экономической эффективности разработок основан также на вычислении приведенных затрат, но не к первому году эксплуатации, как в первом методе, а ко всему сроку использования результата разработки. Он предложен в «Методических рекомендациях по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса», утвержденных в 1988 году АН СССР и ГКНТ СССР для госзаказов и для обоснования цен на новую продукцию производственно-технического назначения.

Суммарный по годам расчетного периода экономический эффект определяется по формуле

$$\Delta_t = P_t - Z_t,$$

где P_t — стоимостная оценка результатов (экономии) осуществления мероприятия, то есть полученная за весь период времени использования результатов разработки экономия, приведенная к году начала эксплуатации результатов разработки; Z_t — величина затрат на реализацию мероприятия (разработку, производство и использование) за расчетный период, приведенная к году начала эксплуатации результатов разработки.

Расчет экономического эффекта проводится с обязательным использованием приведения разновременных затрат и результатов к единому для всех вариантов году, за который обычно принимается наиболее ранний из всех рассматриваемых вариантов календарный год, предшествующий началу выпуска продукции или использования в производстве новой технологии, новых методов организации труда и управления.

Приведение разновременных затрат и результатов всех лет периода реализации мероприятия к расчетному году осу-

ществляется путем умножения их величины за каждый год на коэффициент приведения α_t , определяемый по формуле

$$\alpha_t = (1 + E_{\text{нп}})^{t_p - t},$$

где $E_{\text{нп}}$ — норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ($E_{\text{нп}} = 0,1$); t_p — расчетный год; t — год, затраты и результаты которого приводятся к показателю расчетного года.

Значения α_t даны в прил. 20.

Стоимостная оценка результатов за расчетный период осуществляется по формуле

$$P_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \alpha_t,$$

где P_t — стоимостная оценка результатов (экономия) в t -м году расчетного периода; t_n — начальный год расчетного периода; t_k — конечный год расчетного периода.

Затраты на реализацию мероприятия при производстве продукции и эксплуатации за расчетный период рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{т}} = \sum_{t=t_n}^{t_k} Z_t \alpha_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} (I_t + K_t - Л_t) \alpha_t,$$

где Z_t — величина затрат всех ресурсов в году t ; I_t — текущие издержки при производстве (использовании) продукции в году t без учета амортизационных отчислений на реновацию; K_t — единовременные затраты при производстве (использовании) продукции в году t ; $Л_t$ — остаточная стоимость основных фондов в году t . Методические указания к расчету всех составляющих затрат на реализацию мероприятия даны в 4.7.

Г. Четвертый метод предполагает оценку экономической эффективности разработки давать с помощью показателя, называемого экономическим потенциалом разработки. Экономический потенциал — это максимально возможный экономический эффект, который можно получить от данной разработки в народном хозяйстве на данном уровне развития науки и техники. Определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{н}} = (\Delta C - E_{\text{н}} \Delta K) S,$$

где ΔC — экономия на текущих (эксплуатационных) расходах, р./год; ΔK — дополнительные капитальные вложения, р.; $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент экономической эф-

фективности; S — спрос (потребность) народного хозяйства в результатах данного вида разработки, шт.

Эта формула имеет сходство с формулой годового экономического эффекта и отличается от нее только одной составляющей: в формуле экономического потенциала вместо годовой программы (для годового экономического эффекта) стоит спрос. Следовательно одной из важнейших проблем при определении экономического потенциала является прогнозирование спроса на данный вид результата разработки. Спрос должен быть важнейшим барометром для разработчиков по следующим причинам: 1) спрос необходим для определения всех областей сбыта продукции и определения на этой основе целесообразности расходования средств на разработку; 2) только с помощью спроса можно наиболее полно отобразить в конструкции изделия (в результатах разработки) знания областей его возможного применения (либо в одном изделии, либо путем создания параметрического ряда изделий).

Для изделия общий спрос определится по формуле

$$S = S_p + S_{но} + S_з,$$

где S_p — количество изделий, потребное для дальнейшего расширения их использования в прежних областях применения; $S_{но}$ — количество изделий, потребное для использования в совершенно новых областях; $S_з$ — количество изделий, потребное для замены находящихся в эксплуатации изделий. Если выявить все области применения для данного вида изделий $i=1, 2, 3, \dots, m$, то получим общую величину спроса, равную пределу насыщения народного хозяйства в полученных результатах разработки. Однако до этого предела надо еще довести обеспечение народного хозяйства данными продуктами, что невозможно сделать сразу. Это обеспечение осуществляется постепенно по определенному закону, отражаемому логистической кривой. Отсюда текущий спрос на результаты разработки определится по формуле

$$S = S_n / (1 + b e^{-cT}),$$

где T — рассматриваемый отрезок времени, год; S_n — предел насыщения РЭА на данный период времени; $e = 2,718$ — основание натурального логарифма; b и c — коэффициенты, численные значения которых устанавливаются по фактическим статистическим данным за прошлые годы.

При использовании логистических кривых надо помнить, что они будут меняться с изменением предела насыщения, что может быть при открытии новых областей применения

результатов разработки. Пример логистических кривых дан на рис. 9.

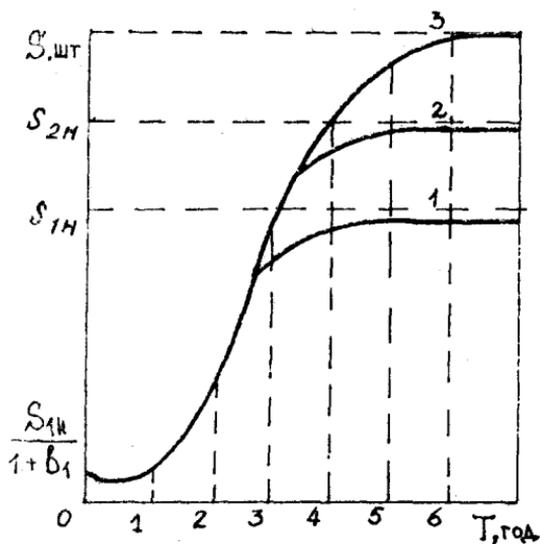


Рис. 9. Логистическая кривая и ее изменение с ростом предела насыщения

4.3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДАХ

Одной из основных целей создания новой или усовершенствования существующей РЭА является улучшение ее технико-экономических показателей (производственных и эксплуатационных). Именно изменение ТЭП и дает либо снижение, либо повышение экономического, социального и других видов эффектов. Поэтому при расчете экономического эффекта и экономии на эксплуатационных расходах в первую очередь необходимо выявить все изменяющиеся ТЭП у новой разработки и базового образца. Если базовым образцом при расчете экономической эффективности является тот же образец, что и взятый при оценке технического уровня лучший отечественный или зарубежный аналог, то для расчета экономического эффекта (и экономии на эксплуатационных расходах) необходимо взять все изменяющиеся показатели из таблицы оценки технического уровня. Тогда формула для расчета экономии на эксплуатационных расходах (ΔC) запишется как сумма эконо-

номий (потерь) от изменения каждого технико-экономического показателя согласно таблице оценки технического уровня разработки:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^n \Delta \mathcal{E}_i = \Delta \mathcal{E}_m + \Delta \mathcal{E}_{эл} + \Delta \mathcal{E}_н + \Delta \mathcal{E}_{пр} + \\ + \Delta \mathcal{E}_т + \Delta \mathcal{E}_д + \Delta \mathcal{E}_с + \Delta \mathcal{E}_{об} + \dots,$$

где n — число ТЭП согласно таблице оценки технического уровня разработки; $\Delta \mathcal{E}_m$ — экономия (потери) от изменения массы; $\Delta \mathcal{E}_{эл}$ — экономия (потери) от изменения потребления электроэнергии; $\Delta \mathcal{E}_н$ — экономия (потери) от изменения надежности; $\Delta \mathcal{E}_{пр}$ — экономия (потери) от изменения производительности; $\Delta \mathcal{E}_т$ — экономия (потери) от изменения точности; $\Delta \mathcal{E}_д$ — экономия (потери) от изменения долговечности; $\Delta \mathcal{E}_с$ — экономия (потери) от изменения себестоимости; $\Delta \mathcal{E}_{об}$ — экономия (потери) от изменения затрат на обслуживание и ремонт.

Если в качестве аналога для сравнения при расчете экономического эффекта берется не лучший отечественный или зарубежный образец, а имеющийся в эксплуатации на предприятии, для которого осуществляется разработка, то необходимо составить таблицу сравнения ТЭП для существующего базового образца (метода) и для новой разработки и брать данные для расчета экономии на эксплуатационных расходах из нее. ТЭП для сравнения берутся из тех же нормативных документов, что и для оценки технического уровня (стандартов СПКП и РД50—64—84).

Далее проводится анализ каждой составляющей этой формулы с целью определения путей получения экономии (потерь) от изменения каждого технико-экономического показателя. Например:

а) при снижении массы РЭА — для бортовой аппаратуры экономия получается от снижения массы носителя. Существуют примерные нормы повышения массы носителя на 1 кг массы полезной нагрузки: для самолета — 1...10 кг, для ракет 50...150 кг и более. В то же время стоимость 1 кг массы самолета составляет 40—50 р. и более а для ракет — 75—100 р. и более; для стационарной аппаратуры экономия получается от снижения себестоимости ее изготовления и др.; для переносной аппаратуры — от снижения затрат на ее производство и транспортировку;

б) при уменьшении потребляемой мощности снижаются затраты, связанные с ее потреблением, а для бортовой аппаратуры еще происходит и снижение массы РЭА;

в) повышение производительности аппаратуры приводит к снижению затрат на зарплату обслуживающего персонала, а также к снижению капитальных вложений;

г) при повышении надежности: для наземной аппаратуры — это сокращение затрат на ремонт и снижение потерь от простоев аппаратуры (например, для ЭВМ); для бортовой РЭА — устранение дублирования или повторных вылетов (запусков) и др.;

д) повышение долговечности приводит к сокращению амортизационных отчислений или капитальных вложений;

е) при повышении точности: для технологической аппаратуры — экономия от снижения брака в процессе производства; для аппаратуры оборонного назначения — экономия снарядов, ракет и др.;

ж) снижение себестоимости РЭА влияет на сокращение капитальных вложений и текущих затрат в производстве и в процессе эксплуатации;

з) при сокращении времени обслуживания и ремонта снижаются затраты на заработную плату и материалы при текущих ремонтах, сокращаются потери времени при простое РЭА и т. д.

Примечания: 1. В том случае, если невозможно определить экономно (потери) в рублях от изменения показателя, следует ограничиться определением области получения экономического эффекта. Например, удовлетворение новых потребностей общества или сокращение числа запусков за счет повышения точности, повышенная вероятность того, что противник не заметит и не сойдет объект и др. 2. При этом анализе выявляются и такие виды эффекта, как социально-экономический и экологический эффекты, которые часто невозможно подсчитать в рублях, но они могут иметь ведущую роль в оценке технического уровня и эффективности разработки. 3. В гл. 5 даются рекомендации по расчету экономической эффективности от улучшения отдельных наиболее важных, трудоемких и сложных по методике расчета ТЭП.

4.4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОДУКЦИИ

Стоимостная оценка экономии (результатов) мероприятий определяется как сумма основных (P_i^o) и сопутствующих (P_i^c) результатов.

Стоимостная оценка основных результатов мероприятий рассчитывается:

а) для новых предметов труда

$$P_i^o = (M_i / Y_i) C_i,$$

где M_i — объем применения новых предметов труда в году t ;

Y_t — расход предметов труда на единицу продукции, производимой с их использованием в году t ; C_t — цена единицы продукции, выпускаемой с использованием нового предмета труда в году t ;

б) для средств труда длительного пользования

$$P_t^o = C_t M_t Y_t,$$

где C_t — цена единицы продукции, производимой с помощью новых средств труда в году t ; M_t — объем применения новых средств труда в году t ; Y_t — производительность средств труда в году t .

Стоимостная оценка сопутствующих результатов включает дополнительные экономические результаты в разных сферах народного хозяйства, а также экономические оценки социальных и экологических последствий реализации разработки.

Социальные и экологические результаты осуществления мероприятия определяются при его оценке по степени отклонения социальных и экологических показателей от целевых нормативов, установленных в централизованном порядке, и масштабов воздействия на окружающую среду и социальную сферу. Нарушение целевых нормативов при этом не допускается. Стоимостная оценка указанных результатов может производиться с использованием формулы

$$P_t^c = \sum_{j=1}^n R_{jt} a_{jt},$$

где P_t^c — стоимостная оценка социальных и экологических результатов осуществления мероприятия в году t ; R_{jt} — величина отдельного результата (в натуральном измерении) с учетом масштаба его внедрения в году t ; n — количество показателей, учитываемых при определении воздействия мероприятия на окружающую среду и социальную сферу; a_{jt} — стоимостная оценка единицы отдельного результата в году t .

4.5. РАСЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

Если эксплуатационные расходы — это текущие затраты, накапливаемые постоянно в течение года или ряда лет, то капитальные вложения ΔK — это единовременные затраты, вкладываемые одновременно или по частям в течение ряда лет. К капитальным вложениям можно отнести: а) затраты

на приобретение оборудования, приборов, средств вычислительной техники, используемых при разработке, внедрении и эксплуатации мероприятия; б) затраты на доставку, установку и монтаж оборудования, аппаратуры и средств вычислительной техники; в) затраты, связанные с проектированием или модернизацией объекта разработки (то есть предпроизводственные затраты, включающие стоимость проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ).

Капитальные вложения будут определяться в зависимости от серийности предполагаемого производства новых изделий:

а) в общем случае, когда предполагается изготовить незначительное количество проектируемых изделий (примерно 10 штук, то есть имеет место единичное производство), капитальные вложения можно рассчитать по формуле

$$K = K_{\text{пред}}/N + C_{\text{и}} K_{\text{уст}},$$

где $K_{\text{пред}}$ — предпроизводственные затраты (затраты на НИР и ОКР); N — программа выпуска изделий; $C_{\text{и}}$ — цена изделия; $K_{\text{уст}}$ — коэффициент, учитывающий затраты на доставку, установку и монтаж (равен примерно 1,04...1,08);

б) при серийном и массовом производстве первая часть формулы становится незначительной по сравнению со второй и потому формула для определения капитальных вложений примет вид

$$K = C_{\text{и}} K_{\text{уст}}.$$

Зная капитальные вложения по сравниваемым вариантам, можно определить величину изменения капитальных вложений

$$\Delta K = K_2 - K_1,$$

где K_2 — капитальные вложения и проектируемого изделия; K_1 — капитальные вложения изделия-аналога.

Если капитальные вложения осуществляются в течение ряда лет, то необходимо привести их к одному году — году начала освоения разработки с помощью коэффициента приведения α_i , который берется из прил. 20.

4.6. ВЫБОР БАЗОВОГО ВАРИАНТА (АНАЛОГА) ДЛЯ СРАВНЕНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ СРАВНИВАЕМЫХ ЗАТРАТ К СОПОСТАВИМОМУ ВИДУ

Все познается в сравнении. Только сравнением можно оценить, что хорошо и что плохо, и дать количественную величину

этой оценки. Следовательно, правильный выбор базы (аналога) для сравнения имеет очень важное значение для экономических обоснований. При неправильном выборе аналога можно эффективное мероприятие сделать неэффективным и, наоборот, неэффективное — эффективным.

В качестве базового варианта выберем изделие, выполняющее аналогичные функции, либо метод, реализующий данные функции, либо комплект аппаратуры, выполняющий также аналогичные функции. Например, измерение толщины листа металла можно провести с помощью химических методов, с помощью мерительного инструмента и с помощью электронной аппаратуры.

При расчете экономической эффективности за базовый вариант (аналог) принимается то изделие (метод), которое используется в настоящее время в народном хозяйстве (на предприятии) и которое необходимо заменить новым прибором. При этом аналог не обязательно является лучшим отечественным или зарубежным образцом.

В дипломном проекте в процессе ТЭО могут использоваться различные виды базовых изделий в зависимости от решаемой задачи технико-экономических обоснований:

1. Оценка технического уровня требует использования лучшего отечественного или зарубежного образца аналогичного вида техники (или метод). Причем для сравнения может быть взят даже перспективный образец.

2. Для расчета экономической эффективности берутся те образцы (методы), которые применяются в народном хозяйстве (на предприятии) во время проектирования.

3. При оценке технологичности конструкции используется образец, аналогичный по конструктивно-технологическим данным, но не обязательно выполняющий аналогичные функции.

4. Для расчета себестоимости и цены берется изделие, аналогичное по конструктивно-технологическим признакам.

После того как база для сравнения выбрана, в ряде случаев возникает необходимость приведения затрат по новому изделию и аналогу к сопоставимому виду, так как у изделий может быть разная производительность (по выпуску продукции, по объему обрабатываемой информации и др.); разные сроки службы (при изменении долговечности); разные условия работы (количество часов в сутки, серийность производства, рабочая температура, загрязненность воздуха и др.); разные диапазоны частот и т. д.

Приведение осуществляется путем умножения капитальных вложений по новому изделию на коэффициент приведения, который определяется по формулам, рассмотренным

в 2.1. Приведение затрат по фактору времени осуществляется с помощью коэффициента a_t (его значения см. в прил. 20).

После расчета ΔC и ΔK на одно изделие вычисляется годовой экономический эффект по народному хозяйству в целом:

$$Э_{\text{общ}} = (\Delta C - E_n \Delta K) N,$$

где N — программа выпуска проектируемого изделия в год.

Примечание. Годовую программу необходимо определять перед началом проектирования, так как она существенно влияет на себестоимость и конструкцию изделия за счет серийности производства и учета в конструкции изделия требований возможных областей его применения.

4.7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ЗАТРАТ НА РАЗРАБОТКУ, ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ

В подразд. 4.5 изложен упрощенный подход к определению капитальных вложений, который наиболее применим для ТЭО в дипломных проектах. Для общего случая при исчислении единовременных затрат на разработку в состав включаются как капитальные вложения, так и другие затраты единовременного характера. К единовременным затратам в данном случае относятся следующие:

затраты на научно-исследовательские, экспериментальные, конструкторские, технологические и проектные работы;

на приобретение, демонтаж, доставку, монтаж, наладку и освоение оборудования, включая машины и оборудование, эффективность которых оценивается;

на строительство и реконструкцию зданий и сооружений, дополнительно используемые производственные площади, исключая затраты в основные фонды или мероприятия, эффективность которых оценивается;

на производственные площади и другие элементы основных фондов, непосредственно связанные с осуществлением мероприятий. В случае, когда реализация мероприятия требует временного использования (привлечения) основных фондов, либо использования фондов, созданных до начала расчетного периода, привлекаемые фонды следует учитывать в полном объеме по остаточной стоимости на момент их привлечения. В момент прекращения их использования остаточная стоимость этих фондов вычитается из единовременных затрат;

В отдельных случаях для упрощения расчетов допускается иной способ учета привлекаемых фондов, при котором их стоимость в составе единовременных затрат можно не учи-

тывать. Тогда в составе текущих затрат учитывается амортизация этих фондов на реновацию, исчисленная по действующим нормативам, и их нормативная эффективность, рассчитанная по нормативу E_n от их остаточной стоимости за период привлечения; коэффициент реновации определяется по формуле

$$H = E_n / [(1 + E_n)^{t_{сл}} - 1],$$

где $t_{сл}$ — срок службы средств и орудий труда долговременного применения (техники). Значения коэффициента реновации даны в прил. 29. Затраты на реновацию используются: для пополнения оборотных средств, связанного с осуществлением мероприятия; предотвращения потерь от ухудшения качества земель и запасов, уменьшения размеров сельскохозяйственных угодий, добываемых полезных ископаемых, лесных и водных ресурсов; предотвращения отрицательных социальных, экологических и других последствий; создания социальной инфраструктуры в тех случаях, когда мероприятие реализуется в малонаселенных районах страны.

Предпроизводственные затраты учитываются полностью в составе единовременных затрат лишь в тех случаях, когда результаты производственной работы используются для разработки и внедрения только данного мероприятия научно-технического прогресса (НТП). Если же результаты разработок применяются при реализации других мероприятий НТП, то на данное мероприятие следует относить только часть предпроизводственных затрат, устанавливаемую экспертным путем.

Размер потребных единовременных затрат на разработку и внедрение мероприятий НТП, предусматривающих расширение действующего производства для увеличения выпуска ранее изготавливаемой продукции, можно определить либо прямым счетом, исходя из проектно-сметных норм и расценок на строительно-монтажные работы, стоимости дополнительного оборудования, транспортных и других средств и т. д.; либо путем их расчета, исходя из показателей удельной фондоемкости или капиталоемкости действующего производства в зависимости от роста объемов и возможностей внедрения более совершенных технологий.

В нормируемые оборотные средства входят запасы сырья, материалов, топлива и полуфабрикатов, а также незавершенное производство. Их величина определяется по действующим отраслевым инструкциям. Если при расчетах затрат используется импортное сырье, материалы, оборудование, то их валютная стоимость переводится в валютные рубли по

валютным коэффициентам согласно «Методике определения экономической эффективности внешнеэкономических связей СССР», одобренной постановлением Госплана СССР от 25 февраля 1980 г., № 34.

Текущие издержки включают в себя учитываемые в соответствии с принятым в отраслях порядком калькулирования себестоимости продукции (без учета амортизационных отчислений на реновацию). При этом в расчеты должны вноситься коррективы и уточнения, связанные с учетом эффективности трудовых ресурсов, оценок рентного характера и привлекаемых основных фондов. Трудовые ресурсы оцениваются исходя из средней заработной платы в соответствующих отраслях и производствах с учетом норматива доначислений к заработной плате в размере 200—300 рублей на одного работника.

На ранних стадиях разработки и проектирования новой техники для определения текущих затрат в производстве и использовании новой техники применяются укрупненные методы расчета себестоимости и сметной стоимости. В определении затрат за расчетный период следует учитывать динамику изменения текущих издержек в производстве и использовании продукции в течение расчетного периода.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ УЛУЧШЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

5.1. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

5.1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАДЕЖНОСТИ РЭА

Надежность — это свойство РЭА выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования. Надежность РЭА характеризуется рядом показателей: вероятностью безотказной работы, интенсивностью отказов и средней наработкой на отказ.

Вероятность безотказной работы P — это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает.

Интенсивность отказов λ — это условная плотность вероятности возникновения отказов, определяемая для рассматриваемого времени t при условии, что до этого момента времени отказ не возникает. Интенсивность отказов связана с вероятностью безотказной работы зависимостями

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad \text{или} \quad \int_0^t \lambda(t) dt = -\ln P(t).$$

Средняя наработка на отказ T_0 — это математическое ожидание наработки РЭА до первого отказа. Она связана с вероятностью безотказной работы зависимостью

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt.$$

Так как в справочной литературе в основном приводятся значения интенсивности отказов отдельных элементов РЭА,

то, чтобы определить P и T_0 , необходимо вычислить значение λ для объекта в целом.

5.1.2. РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ РЭА НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Расчет для РЭА на интегральных схемах приводится по двум причинам: во-первых, данная РЭА имеет в настоящее время самое широкое применение; во-вторых, методика расчета для прочих РЭА во многом совпадает с предлагаемой.

Если ячейку рассматривать как некоторую совокупность микросборок и микросхем широкого применения, то интенсивность отказов ячейки следует определять по формуле

$$\lambda_{я} = N_{сх} \lambda_{сх} + N_{сб} \lambda_{сб} + \\ + (M_{я} + N_{сх} M_{сх} + M_{сб} N_{сб}) \lambda_{кп},$$

где $N_{сх}$ — количество микросхем широкого применения; $\lambda_{сх}$ — интенсивность отказов микросхем широкого применения; $N_{сб}$ — количество микросборок; $\lambda_{сб}$ — интенсивность отказов микросборок; $M_{я}$ — число используемых выводов с печатной платы; $M_{сх}$ — число используемых выводов микросхемы; $M_{сб}$ — число используемых выводов микросборки; $\lambda_{кп}$ — интенсивность отказа паяного контакта.

Тогда для РЭА разъемной конструкции интенсивность отказов рассчитывается следующим образом:

$$\lambda'_a = N_{я} \lambda_{я} + M_a \lambda_{кп} + M_{я} (\lambda_{кп} + \lambda_{кв}),$$

где $N_{я}$ — количество ячеек; M_a — число используемых выводов конструкции РЭА; $\lambda_{кв}$ — интенсивность отказов контакта врубного соединения.

Для РЭА книжной конструкции интенсивность отказов следует определять по формуле

$$\lambda'_a = N_{я} \lambda_{я} + M_a \lambda_{кп}.$$

Полученная интенсивность отказов аппаратуры характерна для предельной рабочей температуры и потому является максимальной. РЭА в процессе эксплуатации только часть времени находится при максимальной рабочей температуре, поэтому полученную интенсивность отказов следует уменьшить с учетом усредненного коэффициента $K_{уср}$, равного 0,1 ... 0,4.

Помимо температурных факторов на надежность аппаратуры оказывают влияние влажность окружающей среды, механические воздействия, загрязненность воздуха. Эти факторы следует учесть, введя соответствующие коэффициенты влияния: влажности $K_{вл}$ (значения даны в прил. 17); меха-

нических воздействий K_m (прил. 18); разряженности воздуха $K_{раз}$ (прил. 19).

С учетом поправочных коэффициентов средняя интенсивность отказов определится по формуле

$$\lambda_a = \lambda'_a K_{уср} K_{вл} K_m K_{раз}.$$

5.1.3. ОБЩИЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЭА

Экономическую эффективность РЭА как в общем случае, так и при повышении надежности определяют три показателя: годовой экономический эффект, коэффициент экономической эффективности и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений. При повышении надежности эти показатели вычисляются по формулам:

годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{тн} = (C_{э1} - C_{э2}) - E_n \Delta K_{пн};$$

коэффициент экономической эффективности

$$E_p = (C_{э1} - C_{э2}) / \Delta K_{пн};$$

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \Delta K_{пн} / (C_{э1} - C_{э2}).$$

В формулах $C_{э1}$ и $C_{э2}$ — годовая стоимость эксплуатации, зависящая от надежности, соответственно до и после ее повышения, р./год; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности (равен 0,2...0,33); $\Delta K_{пн}$ — дополнительные капитальные вложения на повышение надежности, р.

Стоимость эксплуатации РЭА, зависящая от надежности, рассчитывается по формуле

$$C_э = S_{му} + S_{уо},$$

где $S_{му}$ — сумма материального ущерба, обусловленная отказами РЭА в течение года, р./год; $S_{уо}$ — годовая стоимость устранения отказов, р./год.

Материальный ущерб зависит от области применения и характера неисправности РЭА и потому сумма материального ущерба должна рассчитываться для каждого конкретного случая по частным формулам и зависимостям, требующим специального рассмотрения (см. 5.1.4).

Годовая стоимость устранения отказов определится по формуле

$$S_{y0} = \bar{S}_0 n_0 = \bar{S}_0 T_p \lambda_a = [\bar{S}_{эл} + \bar{C}_ч \bar{C}_о (1 + n_d/100)] T_p \lambda_a,$$

где \bar{S}_0 — средние затраты на устранение одного отказа, р.; n_0 — число отказов в год; T_p — годовая суммарная наработка РЭА, ч; λ_a — средняя интенсивность отказов РЭА, 1/ч; $\bar{S}_{эл}$ — средняя стоимость заменяемого элемента, р.; $\bar{C}_ч$ — средняя часовая тарифная ставка работника, устраняющего неисправность, р.; $\bar{C}_о$ — среднее время обнаружения и устранения одного отказа, ч; n_d — суммарный процент доплат, включающий дополнительную заработную плату и отчисления на соцстрах ($n_d = 15 \dots 47\%$).

Дополнительные капитальные вложения на повышение надежности РЭА определяются как сумма затрат на дополнительные элементы и стоимость работы по установке их в конструкцию

$$\Delta K_{пн} = [N_d \bar{S}_д + N_d \bar{C}_у \bar{C}_ч (1 + n_d/100) \times \\ \times (1 + Ц_{нр}/100 + З_{нр}/100)] K_{вн} K_{пр},$$

где N_d — число элементов, устанавливаемых дополнительно для повышения надежности РЭА; $\bar{S}_д$ — средняя стоимость дополнительного элемента, р.; $\bar{C}_у$ — среднее время, необходимое для установки одного дополнительного элемента, ч; $Ц_{нр}$ — цеховые накладные расходы (см. табл. 19, подразд. 3.1.1), %; $З_{нр}$ — заводские накладные расходы (см. табл. 19), %; $K_{вн}$ — коэффициент внепроизводственных расходов (равен 1,05); $K_{пр}$ — коэффициент прибыли (равен 1,15).

5.1.4. ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА ИЗ-ЗА ОТКАЗОВ РЭА

В результате отказа РЭА могут быть следующие виды материального ущерба: приостановление выпуска продукции на предприятии; брак продукции (исправимый и неисправимый); простой РЭА (например, ЭВМ); потеря информации в результате сбоя; невыполнение запланированных программой работ в течение определенного периода времени (времени полета, времени течения технологического процесса, времени дежурства).

А. Приостановление выпуска продукции. Сумма материального ущерба определится по формуле

$$S_{му} = \frac{Q C_{п} Y_{кс} T_{в}}{100},$$

где Q — объем продукции, выпускаемой в единицу времени, шт.; $C_{п}$ — полная себестоимость одного изделия, р.; $Y_{кс}$ —

удельный вес условно-постоянных косвенных расходов в полной себестоимости продукции, %; T_v — время, затрачиваемое на восстановление работоспособности устройства в течение года, ч.

Б. Неисправимый брак продукции. Сумму материального ущерба можно рассчитать по формуле

$$S_{\text{му}} = \frac{n_o \bar{\tau}_o P_{\text{ч}} C_{\text{п}} Y_{\text{б}}}{100},$$

где n_o — число отказов в год; $\bar{\tau}_o$ — среднее время обнаружения одного отказа, ч; $P_{\text{ч}}$ — часовая производительность технологического процесса, шт.; $Y_{\text{б}}$ — удельный вес брака, %.

В. Исправимый брак продукции. Сумма материального ущерба равна

$$S_{\text{му}} = n_o \bar{\tau}_o P_{\text{ч}} Y_{\text{б}} (Ц_{\text{н}} - Ц_{\text{б}}), \quad Z_{\text{б}} = Ц_{\text{н}} - Ц_{\text{б}},$$

где $Z_{\text{б}}$ — затраты на устранение брака, р.

Г. Снижение сортности продукции. Сумму материального ущерба определяют по формуле

$$S_{\text{му}} = n_o \bar{\tau}_o P_{\text{ч}} Y_{\text{б}} (Ц_{\text{н}} - Ц_{\text{б}}),$$

где $Ц_{\text{н}}$ — цена продукции нормальной сортности, р.; $Ц_{\text{б}}$ — T_p — годовая суммарная наработка РЭА, ч; $\bar{\lambda}_a$ — средняя цена продукции пониженной сортности, р.

Д. Простой РЭА. Сумма материального ущерба равна

$$S_{\text{му}} = \bar{S}_{\text{ч}} T_v = \bar{S}_{\text{ч}} n_o \bar{\tau}_o = \bar{S}_{\text{ч}} T_p \bar{\lambda}_a \bar{\tau}_o,$$

где $\bar{S}_{\text{ч}}$ — средняя стоимость одного часа работы РЭА, р.; интенсивность отказов РЭА, 1/ч.

Е. Потеря информации и ее восстановление:

$$S_{\text{му}} = (\bar{S}_{\text{сб}} + \bar{S}_{\text{вос}}) n_{\text{сб}},$$

где $\bar{S}_{\text{сб}}$ — средние затраты на устранение одного сбоя, р.; $\bar{S}_{\text{вос}}$ — средние затраты на восстановление информации в результате одного сбоя, р.; $n_{\text{сб}}$ — число сбоев за годовую суммарную наработку РЭА.

Ж. Невыполнение запланированной программы на определенный период времени (время полета, технологического процесса, дежурства). Материальный ущерб определится суммой стоимостей нового запуска объекта, потерь от срыва технологического процесса, повторного дежурства или потерь во время неудавшегося дежурства и т. д. в зависимости от конкретной ситуации.

5.1.5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ РЭА

Постановка задачи. Определить экономическую эффективность повышения надежности блока ЭВМ. До модернизации блока ЭВМ ячейки 2Б2 блока (20 шт.) в течение года (фонд времени 5000 ч) делали 32 сбоя. Один сбой устраняется за 0,6 ч. Стоимость одного часа работы ЭВМ составляет 41 р. Для устранения сбоев выходы ячеек 2Б2 нагрузили дополнительно цепочками из двух диодов Д2Ж и двух резисторов МЛТ—0,5. Стоимость диода 9 к., резистора — 1,2 к. Время на установку одного дополнительного элемента составляет 0,2 ч. Часовая заработная плата техника, устраняющего сбой, отказы и устанавливающего дополнительные элементы, составляет 0,52 р. Косвенные расходы берутся примерно в размере 70% от заработной платы. Коэффициент внепроизводственных расходов равен 1,05, коэффициент премий — 1,15. Время обнаружения и устранения одного отказа — 1,2 ч. Нормативный коэффициент экономической эффективности равен 0,12. Интенсивность отказов диода — $0,9 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, резистора — $0,35 \cdot 10^{-5}$ 1/ч.

Решение:

1. Определяем годовую стоимость эксплуатации, зависящую от надежности, до модернизации:

а) материальный ущерб за счет простоев ЭВМ от сбоев

$$S_{\text{мy1}} = \bar{S}_ч T_{\text{в}} = 41 \cdot 32 \cdot 0,6 = 786 \text{ р./год};$$

б) годовая стоимость устранения сбоев

$$S_{\text{yc}} = \bar{S}_{\text{сб}} n_{\text{сб}} = 0,6 \cdot 0,52 (100 + 70) / 100 \cdot 32 = 17 \text{ р./год.}$$

Годовая стоимость эксплуатации, зависящая от надежности, до модернизации равна

$$C_{\text{э1}} = S_{\text{мy}} + S_{\text{yc}} = 786 + 17 = 803 \text{ р./год.}$$

2. Определяем годовую стоимость эксплуатации, зависящую от надежности, после модернизации:

а) материальный ущерб за счет простоев ЭВМ от отказов дополнительных элементов (диодов и резисторов)

$$S_{\text{мy2}} = \bar{S}_ч T_{\text{с}} = \bar{S}_ч T_{\text{р}} \lambda_{\text{а}} \tau_{\text{о}} = 41 \cdot 5000 \cdot 20 \cdot 2 \times \\ \times (0,9 \cdot 10^{-5} + 0,35 \cdot 10^{-5}) \cdot 1,2 = 123 \text{ р./год};$$

б) годовая стоимость устранения отказов дополнительных элементов

$$S_{\text{yo}} = \bar{S}_{\text{o}} n_{\text{o}} = [\bar{S}_{\text{эл}} + \bar{C}_ч \bar{\tau} (1 + n_{\text{д}}/100)] T_{\text{р}} \lambda_{\text{а}} =$$

$$= [0,09 + 0,52 \cdot 1,2(1 + 70/100)]5000 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-5} + \\ + [0,12 + 0,52 \cdot 1,2(1 + 70/100)]5000 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 0,35 \cdot 10^{-5} = 2,9 \text{ р./год.}$$

Годовая стоимость эксплуатации, зависящая от надежности, после модернизации равна

$$C_{э2} = S_{му2} + S_{yo} = 123 + 2,9 = 125,9 \text{ р./год.}$$

3. Определяем экономию на эксплуатации ЭВМ повышенной надежности:

$$C_{э1} - C_{э2} = 803 - 125,9 = 677,1 \text{ р./год.}$$

4. Рассчитываем дополнительные капитальные вложения на повышение надежности:

$$\Delta K_{пн} = [N_d \bar{S}_d + N_d \bar{\tau}_y \bar{C}_y (1 + n_d/100)] K_{вн} K_{пр} = \\ = [20 \cdot 2 (0,09 + 0,12) + 20 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,52 \times \\ \times (1 + 70/100)] 1,05 \cdot 1,15 = 18,7 \text{ р.}$$

5. Определяем годовой экономический эффект

$$\Delta E_{гн} = (C_{э1} - C_{э2}) - E_n \Delta K_{пн} = 677,1 - 0,12 \cdot 18,7 = 674,86 \text{ р./год.}$$

6. Вычисляем коэффициент экономической эффективности:

$$E_p = (C_{э1} - C_{э2}) / \Delta K_{пн} = 677,1 / 18,7 = 36,2.$$

7. Рассчитываем срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на повышение надежности:

$$T_{ок} = \Delta K_{пн} / (C_{э1} - C_{э2}) = 18,7 / 677,1 = 0,03 \text{ года.}$$

5.1.6. ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ЦЕНЫ РЭА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

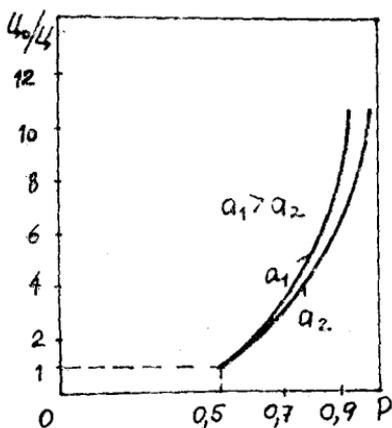


Рис. 10. График зависимости цены РЭА от надежности

В большинстве случаев задачи повышения надежности изделий необходимо решать до начала конструкторских работ. В этих случаях цену РЭА повышенной надежности следует определять специальными приближенными методами.

Известно, что при повышении надежности РЭА ее цена возрастает по экспоненциальному закону (рис. 10). В этом случае цену РЭА повышен-

ной надежности можно определить по формуле

$$Ц = Ц_p (\lambda_o/\lambda)^a$$

или

$$Ц = Ц_o (\ln(1/P_o)/\ln(1/P))^a,$$

где $Ц_o$ и $Ц$ — цены соответственно старой и новой РЭА; λ_o и λ — интенсивности отказов соответственно старой и новой РЭА; P_o и P — вероятности безотказной работы соответственно старой и новой РЭА; a — коэффициент аппроксимации, характеризующий эффективность вложения средств в повышение надежности.

Коэффициент аппроксимации можно определить по формулам

$$a = \frac{\ln(Ц/Ц_o)}{\ln(\ln P/P_o)} = \frac{T_A(1-\lambda/\lambda_o)}{T_{Ao} \ln(\lambda_o/\lambda)} = \frac{T_A(\lambda_o-\lambda)}{\ln(\lambda_o/\lambda)},$$

где T_{Ao} и T_A — срок службы невосстанавливаемого изделия соответственно для старой и новой РЭА (или срок окупаемости затрат).

Для невосстанавливаемых изделий справедливы зависимости

$$T_{Ao} = 1/\lambda_o \text{ и } T_A = 1/\lambda.$$

Постановка задачи. Определить цену прибора, если требуется повысить его надежность с $P_o = 0,52$ ($\lambda_o = 0,655 \cdot 10^{-3}$ 1/ч) до $P = 0,9$ ($\lambda = 0,106 \cdot 10^{-3}$ 1/ч) при сроке окупаемости затрат $T_a = 1600$ ч (200 дней по 8 часов в день). Цена прибора до повышения надежности $Ц_o = 75$ р.

Решение:

1. Найдем коэффициент аппроксимации

$$a = \frac{T_A(\lambda_o-\lambda)}{\ln(\lambda_o/\lambda)} = \frac{1600(0,655-0,106) \cdot 10^{-3}}{\ln(0,655 \cdot 10^{-3}/0,106 \cdot 10^{-3})} = 0,46.$$

2. Определим новую (предполагаемую) цену прибора повышенной надежности

$$Ц = Ц_o (\lambda_o/\lambda)^a = 75 \left(\frac{0,655 \cdot 10^{-3}}{0,106 \cdot 10^{-3}} \right)^{0,46} = 174 \text{ р.}$$

Примечания: 1. При необходимости в расчетах цену можно заменить на себестоимость, если методика для определения цены нового изделия не будет изменена существенно по сравнению с методами определения цен на старые изделия (см. 3.4). 2. На основании экспоненциальной зависимости цены РЭА от надежности основываются методы расчета экономической эффективности невосстанавливаемой РЭА, методы выбора оптимальных способов повышения ее надежности и ряд других важных задач определения целесообразности повышения надежности РЭА.

§1.7. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ

В настоящее время в связи с широким использованием интегральных схем и микропроцессоров многие изделия не подвергаются ремонту и при выходе из строя заменяются новыми либо полностью, либо частично. Повышение надежности неремонтируемых изделий увеличивает срок их службы и срок окупаемости, что эквивалентно увеличению объема выпускаемой продукции. Поэтому для предварительной экономической оценки целесообразности повышения надежности данных изделий можно использовать следующие формулы:

Экономический эффект за время эксплуатации изделия

$$\mathcal{E}_н = [e^{-\lambda_0 t} - e^{-\lambda t + (\lambda_0 - \lambda) T_{ок}}] A C_0;$$

срок окупаемости затрат на повышение надежности

$$T_{ок} = \frac{a \ln(\lambda_0/\lambda)}{\lambda_0 - \lambda},$$

где e — основание натурального логарифма (равно 2,7183); t — время эксплуатации прибора, ч; A — часовая программа прибора, шт.

Примечание. Срок окупаемости затрат не должен быть слишком большим, так как вследствие морального износа изделия возможность получения экономического эффекта не всегда может реализоваться. Поэтому при расчетах часто принимают

$$T_{ок} \leq 1/2 T_{ср} = 1/2 \lambda_0,$$

где $T_{ср}$ — средняя продолжительность безотказной работы изделий, вычисленная по старому варианту.

Постановка задачи. Определить предполагаемый экономический эффект от повышения надежности прибора. Цена старого прибора $C_0 = 75$ р., надежность $P_0 = 0,52$ ($\lambda_0 = 0,665 \times 10^{-3}$ 1/ч). Надежность нового прибора $P = 0,9$ ($\lambda = 0,106 \times 10^{-3}$ 1/ч). Срок окупаемости затрат $T = 1600$ ч. Время эксплуатации нового прибора $t = T_A = 1/\lambda = 9430$ ч. Часовая программа выпуска прибора $A = 1,16$ шт.

Решение. Определим предполагаемый экономический эффект от повышения надежности прибора:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_н &= [e^{-\lambda t} - e^{-\lambda t + (\lambda_0 - \lambda) T_{ок}}] A C_0 = \\ &= [e^{-0,665 \cdot 10^{-3} \cdot 9430} - e^{-1 + (0,665 - 0,106) \cdot 10^{-3} \cdot 1600}] \cdot 1,16 \cdot 75 = 72100 \text{ р.} \end{aligned}$$

**§1.8. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА
ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ
НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИИ
ДО ЗАДАННОГО ЗНАЧЕНИЯ**

Задачи такого рода характерны для невосстанавливаемых систем: управляемых ракет, снарядов, искусственных спутников земли, торпед, мин, а также восстанавливаемых систем, когда требуемая вероятность выполнения задачи не может быть обеспечена одним комплектом оборудования и приходится прибегать к общему резервированию.

Постановка задачи. Для сбора и обработки информации о работе двигателя летательного аппарата, управляемого с земли, необходим прибор с надежностью $P_3=0,95$ в течение $t=10$ ч. Имеется прибор ценой 10000 р., обладающий всеми необходимыми техническими характеристиками, за исключением надежности ($P_0=0,7$). Требуется определить оптимальное количество устройств (M), оптимальную надежность одного устройства (P_{opt}) и цену M устройств ($C_{гр}$), необходимых для достижения заданной надежности (P_3) при $a=0,55$.

Примечание. Коэффициент a берется в пределах 0,5...1,5 и зависит от уровня разработки и производства (чем выше уровень, тем меньше коэффициент). Для учебных целей можно принять $a=0,5$.

Решение:

1. По графику (рис.11) найдем $P_{opt}=0,8$. Так как $a_3 < a < a_0$, то надежность P_3 следует довести до величины $P_{opt}=0,8$ обеспечением надежности одного устройства конструкторско-производственными способами (улучшение конструкции, введение более жесткого контроля) и резервированием (от 0,8 до 0,95) кратностью M :

$$M = \frac{\ln(1-P_3)}{\ln(1-P_{opt})} = \frac{\ln(1-0,95)}{\ln(1-0,8)} = 1,9.$$

2. Выберем ближайшее целое значение M , равное 2. Ему соответствует значение надежности, определяемое по формуле

$$\ln \frac{1}{1-P'_{opt}} = \frac{1}{M} \ln \frac{1}{1-P_3},$$

$$\ln \frac{1}{1-P'_{opt}} = \frac{1}{2} \ln \frac{1}{1-0,95}.$$

Отсюда $P_{opt} = 0,78$.

3. Определим интенсивность отказов:

$$\lambda_0 = \frac{1}{t} \ln \frac{1}{P_0} = \frac{1}{10} \ln \frac{1}{0,7} = 0,0155;$$

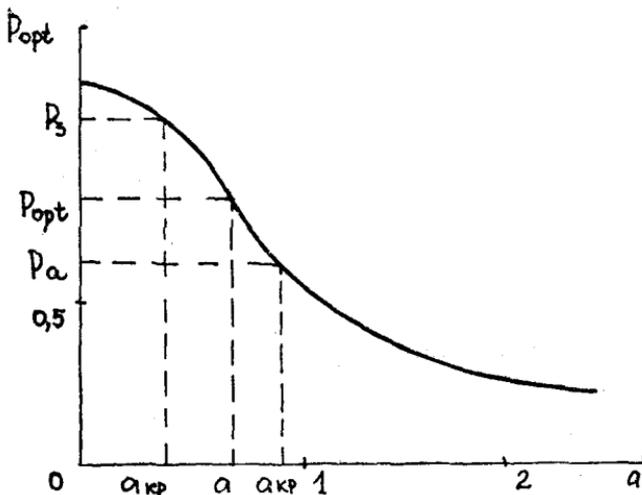


Рис. 11. График зависимости надежности от коэффициента аппроксимации

$$\lambda'_{opt} = \frac{1}{t} \ln \frac{1}{P'_{opt}} = \frac{1}{10} \ln \frac{1}{0,78} = 0,0108;$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{t} \ln \frac{1}{P_3} = \frac{1}{10} \ln \frac{1}{0,95} = 0,0023.$$

4. Рассчитаем цену группы изделий повышенной надежности:

$$C_{гр} = C_0 (\lambda_0 / \lambda'_{opt})^a M = 10^4 (0,0155 / 0,0108)^{0,55} \cdot 2 = 24400 \text{ р.}$$

5. Найдем цену одного устройства ($M_0 = 1$) при $P = 0,95$:

$$C_{гр0} = C_0 (\lambda_0 / \lambda_3)^a M_0 = 10^4 (0,0155 / 0,0023)^{0,55} = 28600 \text{ р.}$$

6. Экономия от выбора оптимального варианта будет равна

$$C_{гр0} - C_{гр} = 28600 - 24400 = 4200 \text{ р.}$$

5.1.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ РЕМОНТИРУЕМЫХ ПРИБОРОВ

Для приборов подобного рода надежность характеризуется не только средним временем наработки на отказ (T_0), но и тем, насколько быстро восстанавливается их работоспособность после отказа, то есть средним временем простоя T_n из-за отыскания и устранения отказа. Легкий и свободный доступ к элементам аппаратуры, простота операций при настройке

и регулировке сокращают T_n , улучшают ремонтпригодность приборов и повышают их надежность.

Постановка задачи. Требуется определить экономическую целесообразность повышения надежности системы, если цена прибора (имеющегося) $C_0 = 100000$ р., срок его службы $t = 10$ лет, надежность $P_0 = 0,95$, отношение стоимости новых элементов повышенной надежности к стоимости установленных в приборе $a_1 = C_{эл}^{нов}/C_{эл}^{ст} = 1,5$, стоимость единицы времени простоя прибора $C_n = 100$ р./ч. Прибор работает непрерывно.

Решение:

1. Для приборов и систем данного вида можно принять (условно) вероятность безотказной работы равную единице. Тогда вероятность нормального функционирования прибора определится по формуле

$$P_n = K_r P \approx K_r T_0 / (T_0 + T_n),$$

где K_r — коэффициент готовности системы к работе; P — вероятность безотказной работы; T_0 — среднее время наработки на отказ, ч; T_n — среднее время простоя прибора, ч.

2. Переведем срок службы прибора в часы:

$$t = 10 \text{ лет} = 87500 \text{ ч.}$$

3. Вычислим цену системы, приходящуюся на единицу времени работы:

$$C'_0 = 100000/87500 = 1,14 \text{ р./ч.}$$

4. Найдем коэффициент экономической важности существующего прибора:

$$K_{во} = (C_n - C'_0) / C_n = (100 - 1,14) / 100 = 0,9886.$$

5. Значение $a_{кр}$, при котором надежность прибора останется прежней и экономический эффект будет равен нулю, определим по формуле

$$a'_{кр} = (1 - P_0) / (1 - K_{во}) = (1 - 0,95) / (1 - 0,9886) = 4,4.$$

Так как $a_{кр} = 4,4 > a' = 1,5$, то повышать надежность существующего прибора целесообразно.

6. Рассчитаем оптимальную величину вероятности безотказной работы P_{opt} , до которой нужно повышать надежность прибора:

$$1 - P_{opt} = a_1^{1/(a_1+1)} (1 - K_{во})^{1/(a_1+1)} (1 - P_a)^{a_1/(a_1+1)};$$

$$1 - P_{opt} = 1,5^{1/(1,5+1)} (1 - 0,9886)^{1/(1,5+1)} (1 - 0,95)^{1,5/(1,5+1)} = 0,033.$$

Отсюда $P_{opt} = 0,967$.

7. Найдем цену прибора с надежностью, повышенной до $P_{opt} = 0,967$:

$$Ц = Ц_0 \left(\frac{1 - P_0}{1 - P_{opt}} \right)^{a_1} = 10^5 \left(\frac{0,05}{0,033} \right)^{1,5} = 188000 \text{ р.}$$

8. Цена прибора повышенной надежности, приходящаяся на единицу времени его работы, будет равна

$$Ц' = Ц/t = 188000/87500 = 2,2 \text{ р./ч.}$$

9. Коэффициент экономической важности прибора повышенной надежности

$$K_{в1} = (Ц_n - Ц')/Ц_n = (100 - 2,2)/100 = 0,978.$$

10. Проверим правильность расчетов:

$$a_{1кр} = (1 - P_{opt}) / (1 - K_{в1}) = 0,033 / 0,022 = 1,5.$$

Получилось $a_{1кр} = 1,5 = a_1$, то есть расчет верен.

11. Рассчитаем срок окупаемости затрат на повышение надежности:

$$\frac{T_{ок}}{t} = \frac{1}{a'_{кр}} \frac{\left(\frac{1 - P_0}{1 - P_{opt}} \right)^{a_1} - 1}{\left(1 - \frac{1 - P_{opt}}{1 - P_0} \right)} = \frac{(0,05/0,033)^{1,5} - 1}{4,4(1 - 0,033/0,05)} = 0,55;$$

$$T_{ок} = 0,55 \cdot 10 = 5,5 \text{ лет.}$$

12. Экономический эффект от повышения надежности прибора равен

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n &= Ц_n (P_{opt} - P_0) (t - T_{ок}) 8750 = \\ &= 100(0,967 - 0,95) (10 - 5,5) 8750 = 67000 \text{ р.} \end{aligned}$$

5.1.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО ПРИБОРА, НЕ РЕМОНТИРУЕМОГО В ТЕЧЕНИЕ ОДНОГО ЦИКЛА РАБОТЫ

Подобная задача может решаться для самолетной РЭА, которая не может ремонтироваться в течение полета, а также аппаратуры, ведущей технологический процесс, или дежурной аппаратуры. Эти виды аппаратуры не должны иметь неисправностей в течение определенного периода времени (времени полета, течения технологического процесса, дежурства).

Постановка задачи. Требуется определить оптимальное повышение надежности P_{opt} и получаемый при этом эконо-

мический эффект, если прибор должен без перерыва работать и не ремонтироваться в течение $t=100$ ч. Цена аналога $C_0=100000$ р. Надежность аналога $P_0 = 0,5$. Коэффициент аппроксимации $a=0,5$.

Решение:

1. Определим, выгодно ли повышать надежность прибора:

$$a_{\text{кро}} = \ln(1/P) = \ln(1/0,5) = 0,695.$$

Так как $a = 0,5 < a_{\text{кро}} = 0,695$, то повышать надежность прибора выгодно.

2. Найдем оптимальную надежность прибора:

$$P_{\text{opt}} = e^{-a} = e^{-0,5} < 0,61.$$

3. Цена прибора с надежностью, равной 0,61, рассчитывается по формуле

$$C = C_0 = \left(\frac{\ln(1/P_0)}{\ln(1/P_{\text{opt}})} \right)^a = 117\,600 \text{ р.}$$

4. Определим экономический эффект от повышения надежности:

$$\mathcal{E}_n = \frac{C_0}{P_0} - \frac{C}{P_{\text{opt}}} = \frac{100000}{0,5} - \frac{117600}{0,61} = 7000 \text{ р.}$$

5.2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

5.2.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

Под долговечностью понимается свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Следует обратить внимание на то, что в отличие от показателей надежности, рассмотренных ранее, для которых главным является непрерывность сохранения работоспособности, определение долговечности связано с сохранением работоспособности РЭА до заданного предела с необходимыми перерывами на ремонт. Однако для невозстанавливаемых элементов (электровакуумные приборы, резисторы, конденсаторы, интегральные схемы и т. п.) значение долговечности совпадает с временем их эксплуатации до отказа, т. е. со средней наработкой на отказ.

Долговечность РЭА можно отобразить количественно с помощью двух показателей: срок службы и ресурс. Срок службы определяется календарной продолжительностью эксплуатации объекта от начала эксплуатации до его предельного состояния, определяемого неизбежным изменением свойств материалов и деталей, из которых объект изготовлен. Под ресурсом следует понимать время суммарной наработки объекта, после которого эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния.

5.2.2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

Экономическая эффективность повышения долговечности РЭА характеризуется следующими показателями: экономия средств, затрачиваемых на ее эксплуатацию в течение всего срока работы; срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на повышение долговечности; коэффициент экономической эффективности. Эти показатели определяются по формулам:

экономия средств, затрачиваемых на эксплуатацию РЭА в течение года,

$$\Delta_{дг} = C_{эк1}/T_{A1} - C_{эк2}/T_{A2};$$

экономия средств, затрачиваемых на эксплуатацию РЭА в течение всего срока работы

$$\Delta_{д} = \left(\sum_{i=1}^{T_{A1}} C_{экг1} \right) T_{A2}/T_{A1} - \left(\sum_{i=1}^{T_{A2}} C_{экг2} \right);$$

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на повышение долговечности

$$T_{ок} = \Delta K_{нд}/\Delta_{дг};$$

коэффициент экономической эффективности

$$E_p = \Delta_{дг}/\Delta K_{нд},$$

где $C_{эк1}$ и $C_{эк2}$ — стоимость эксплуатации РЭА за весь срок службы соответственно со старой и повышенной долговечностью, р.; $C_{экг1}$ и $C_{экг2}$ — стоимость эксплуатации РЭА за i -й год службы соответственно со старой и повышенной долговечностью, р./год; T_{A1} и T_{A2} — долговечность (срок службы) для старой и новой РЭА, год; $\Delta K_{нд}$ — дополнительные капитальные вложения на повышение долговечности.

Стоимость эксплуатации РЭА за один год можно определить по формуле

$$C_{экг} = A + C_{рг} + C_{гг},$$

где A — годовая сумма амортизационных отчислений, р./год; $C_{\text{р}} — годовая стоимость ремонтов РЭА, р./год; $C_{\text{тг}}$ — годовая стоимость текущего содержания РЭА, р./год.$

Дополнительные капитальные вложения рассчитываются следующим образом:

$$\Delta K_{\text{пд}} = C_{\text{пр}}/N + C_{\text{изг}},$$

где $C_{\text{пр}}$ — стоимость проектных работ по повышению долговечности или созданию прибора повышенной долговечности, р.; N — количество изделий повышенной долговечности, подлежащих изготовлению и сдаче в эксплуатацию, шт.; $C_{\text{изг}}$ — полная себестоимость изготовления изделия повышенной долговечности с учетом рентабельности (или производственные затраты на модернизацию), р.

5.2.3. ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ РАСЧЕТА ЭКОНОМИИ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

А. Если с изменением срока службы РЭА меняется норма амортизации, то экономия от повышения долговечности определится по формуле

$$\mathcal{E}_d = (\alpha/100) (\mathcal{C}_1 T_{A1} - \mathcal{C}_2 T_{A2}),$$

где α — установленная для данного типа РЭА норма амортизации, %; $\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2$ — цены РЭА соответственно существующей и повышенной долговечности, р.

Б. Если при повышении долговечности изменились стоимость и количество проверок РЭА, то экономия от повышения долговечности рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_d = (C_{\text{т1}} K_{\text{пр1}} - C_{\text{т2}} K_{\text{пр2}}),$$

где $C_{\text{т1}}, C_{\text{т2}}$ — стоимость одной проверки соответственно для РЭА старой и повышенной долговечности, р.; $K_{\text{пр1}}, K_{\text{пр2}}$ — количество проверок в течение года соответственно для РЭА старой и повышенной долговечности.

В. Экономия на ремонтах за весь срок службы изделий повышенной долговечности можно определить как

$$\mathcal{E}_d = \left(\sum_{j=1}^{T_{A1}} C_{\text{рj}} \right) T_{A2}/T_{A1} - \left(\sum_{j=1}^{T_{A2}} C_{\text{рj}} \right),$$

где $C_{\text{рj}}$ — стоимость ремонтов за j -й год службы, р.

5.2.4. РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

Один из важнейших вопросов проблемы повышения долговечности — установление ее оптимальной величины. С точки зрения экономики оптимальная долговечность T_{opt} (рис. 12)

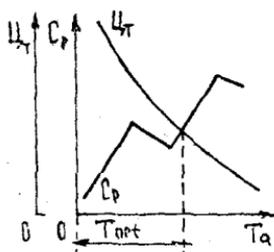


Рис. 12. Графическое пояснение понятия оптимальной долговечности

графически определяется точкой пересечения двух кривых $C_t = f(T_A)$ и $C_p = f(T_A)$ (здесь C_t — восстановительная стоимость РЭА, то есть стоимость РЭА с учетом морального износа и удешевления производства). Восстановительную стоимость РЭА приближенно можно рассчитать по формуле

$$C_t = C_p / (1 + \Pi)^{T_A},$$

где Π — среднегодовой рост производительности труда в стране; C_p — стоимость ежегодных ремонтов РЭА. Стоимость ремонта РЭА за j -й год службы равна

$$C_{pj} = C_{элj} + Z_j (1 + H_p / 100),$$

где $C_{элj}$ — стоимость элементов, заменяемых на j -м году, р.; Z_j — сумма заработной платы, выплачиваемой за ремонт в j -м году, р.; H_p — накладные расходы (цеховые и общезаводские) для предприятия, ремонтирующего РЭА, % (табл. 25).

Таблица 25

*Накладные расходы
к основной зарплате рабочих
на предприятии, %*

Вид производства	Расходы	
	цеховые	общезаводские
Мелкосерийное	200...250	120...150
Серийное	130...150	80...100
Массовое	90...100	60...70
Научно-исследовательский институт, опытно-конструкторское бюро	66...90	45...60

Расчет стоимости элементов, заменяемых в j -м году, производится по формуле

$$C_{элj} = \sum_{i=1}^N C_{элj-i} = \sum_{i=1}^N T_r \sum_{i=1}^{n_j} a_i \frac{b_j}{T_{pj}} S_{срj},$$

где j — порядковый номер года, для которого ведется расчет; i — номер элемента данного наименования; T_r — наработка РЭА в течение года, ч; N — количество наименований элементов, имеющих данный ресурс T_{pj} ; T_{pj} — ресурс элементов РЭА, гарантийный срок службы которых истекает в данном году, ч; a_i — количество элементов данного наименования, имеющих один и тот же ресурс, но разную среднюю стоимость $S_{срj}$; $S_{срj}$ — средняя стоимость одного элемента данного наименования, р.; b_j — делители числа T_{rj} (они показывают, приходится ли на рассматриваемый год замена элементов); n_j — количество делителей числа T_{rj} .

Таблица 26

Затраты времени на устранение отказа путем замены деталей, ч

Тип элемента	Время	
	минимальное	максимальное
Лампа	0,225	0,956
Резистор	0,300	1,275
Конденсатор	0,400	1,700
Катушка индуктивности	0,500	2,125
Трансформатор	0,600	2,848
Реле	0,700	2,975
Переключатель	0,250	1,063
Электродвигатель	1,250	5,313
Электроизмерительные приборы	0,400	1,700
Кварц	0,175	0,744
Сигнальная лампа	0,030	0,128
Колебательный контур	0,650	2,763
Предохранитель	0,750	3,188
Прочие детали (ламповые панели, микросхемы, гнезда, клеммы и т. п.)	0,575	2,444

Сумму заработной платы, выплачиваемой за ремонт в j -м году, определяют следующим образом:

$$Z_j = \sum_{i=1}^N Z_{j-1} = \sum_{i=1}^N T_r \left(1 + \frac{n_d}{100} \right) \sum_{i=1}^{n_j} a_i \frac{b_j}{T_{pi}} t_{pi} C_{ч},$$

где n_d — доплаты к зарплате (дополнительная заработная плата и отчисления на социальное страхование), %; t_{pi} — время, затрачиваемое на устранение отказа путем замены элемента, ч (табл. 26); $C_{ч}$ — часовая тарифная ставка рабочего, заменяющего элементы, р.

5.2.5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА И ЭКОНОМИИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Постановка задачи. Определить оптимальную долговечность прибора УМ-3 и экономический эффект от применения более долговечного прибора УМ-5. Число часов работы прибора в год $T_r=2000$. Прочие данные приведены в табл. 27. Накладные расходы равны 140%.

Таблица 27

Исходные данные на элементы прибора УМ-3

Наименование элементов прибора УМ-3	Ресурс, ч.	Стоимость, р.	Время на ремонт, ч.	Количество, шт.
Электронные лампы	1000	1,2	0,1	3
Электронные лампы	500	0,7	0,1	2
Вибропреобразователь	250	6,5	0,5	1
Полупроводниковые приборы	10000	0,8	0,2	10

Решение. Расчет расходов на ремонт прибора УМ-3 можно начать с четвертого года его эксплуатации из предположения, что его оптимальная долговечность не может быть равной 1,2 или 3 годам. Данные расчетов сведены в табл. 28.

Четвертый год. В четвертом году будут заменены элементы, ресурс которых истекает: лампы и вибропреобразователи. Для них справедливо неравенство $T_p < T_r$; тогда $b_j = 1$ и $n_j = 1$. Полупроводниковые приборы на четвертом году службы замене не подлежат, так как их ресурс (10000 ч) больше $T_{rj} = 4 \cdot 2000 = 8000$ ч. Для них $b_j = 0$.

Таблица 28
 Результаты расчетов
 по сравниваемым приборам

Срок службы приборов УМ-3 и УМ-5, год	Восстановительная стоимость приборов, р.		Расходы на ремонт прибора УМ-5, р.
	УМ-3	УМ-5	
4	113	86,5	42,8
5	98,5	72,5	49,0
6	85,0	65,0	42,8
7	71,5	57,0	42,8
8	64,5	49,5	42,8
9	56,0	42,0	42,8
10	41,5	37,2	49,0

1. Определим стоимость элементов, заменяемых на 4-м году службы прибора УМ-3:

$$C_{элj} = \sum_{i=1}^N C_{элj-i} = \sum_{i=1}^N T_r \sum_{i=1}^{n_j} a_i \frac{b_j}{T_{pj}} S_{срi};$$

для электроламп с ресурсом 1000 ч

$$C_{эл4-1} = 2000 \cdot 3 \frac{1}{1000} 1,2 = 7,2 \text{ р.};$$

для электроламп с ресурсом 500 ч

$$C_{эл4-2} = 2000 \cdot 2 \frac{1}{500} 0,7 = 5,6 \text{ р.};$$

для вибропреобразователей с ресурсом 250 ч

$$C_{эл4-3} = 2000 \cdot 1 \frac{1}{250} 6,5 = 52 \text{ р.}$$

Общая стоимость элементов, заменяемых на 4-м году службы УМ-3

$$C_{эл4} = 7,2 + 5,6 + 52 = 64,8 \text{ р.}$$

2. Рассчитаем заработную плату за ремонт УМ-3 на 4-м году службы:

$$З_j = \sum_{i=1}^N З_{j-i} = \sum_{i=1}^N T_r (1 + n_d/100) \sum_{i=1}^{n_j} a_i \frac{b_j}{T_{pj}} t_{pi} \cdot Cч;$$

для электроламп с ресурсом 1000 ч

$$З_{4-1} = 1,12 \cdot 3,2 \cdot 0,1 \cdot 0,47 = 0,32 \text{ р.};$$

для электроламп с ресурсом 500 ч

$$Z_{4-2} = 1,12 \cdot 2,4 \cdot 0,1 \cdot 0,47 = 0,43 \text{ р.};$$

для вибропреобразователей с ресурсом 250 ч

$$Z_{4-3} = 1,12 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0,47 = 2,15 \text{ р.}$$

Вся заработная плата за ремонт УМ-3 на 4-м году службы

$$Z_4 = 0,32 + 0,43 + 2,15 = 2,90 \text{ р.}$$

3. Определим стоимость ремонта прибора УМ-3 на 4-м году службы

$$C_{пр} = C_{эл4} + Z_4(1 + N_p/100) = 64,8 + 2,90(1 + 140/100) = 71,8 \text{ р.}$$

4. Аналогичный расчет проводится для пятого года службы:

стоимость элементов, заменяемых на пятом году

$$C_{эл5-1} = 7,2 \text{ р.}; \quad C_{эл5-2} = 5,6 \text{ р.}; \quad C_{эл5-3} = 5,2 \text{ р.};$$

$$C_{эл5-4} = 8 \text{ р.};$$

стоимость всех замененных элементов

$$C_{эл5} = 7,2 + 5,6 + 5,2 + 8 + 72,8 \text{ р.};$$

заработная плата за ремонт на пятом году службы

$$Z_{5-1} = 0,32 \text{ р.}; \quad Z_{5-2} = 0,43 \text{ р.}; \quad Z_{5-3} = 2,15 \text{ р.};$$

$$Z_{5-4} = 1,05 \text{ р.};$$

общая сумма заработной платы за ремонт на пятом году службы

$$Z_5 = 0,32 + 0,43 + 2,15 + 1,05 = 3,95 \text{ р.};$$

годовая стоимость ремонта на пятом году службы

$$C_{р5} = 72,8 + 3,95(1 + 140/100) = 82,5 \text{ р.}$$

5. На основе этих расчетов получим: для 6—9-го годов службы УМ-3 годовая стоимость ремонтов составит 71,8 р., а для 10-го года службы — 82,3 р.

6. Из сравнения расчетных данных и данных табл. 27 следует, что оптимальная долговечность прибора УМ-3 равна 7 годам ($71,5 \approx 71,8$), а для прибора УМ-5 — 9 годам ($42,0 \approx 42,8$).

7. Следовательно, прибор УМ-5 имеет большую долговечность, чем УМ-3.

8. Если использовать прибор УМ-5, то экономия на эксплуатационных расходах будет следующей:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_d &= \left(\sum_{j=1}^{T_{A1}} C_{pj} \right) \frac{T_{A2}}{T_{A1}} - \left(\sum_{j=1}^{T_{A2}} C_{pj} \right) = \\ &= (6 \cdot 71,8 + 82,3) \cdot 9/7 + (8 \cdot 42,8 + 49) = 267 \text{ р.} \end{aligned}$$

5.3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ СНИЖЕНИЯ МАССЫ

5.3.1. МАССА ИЗДЕЛИЯ

Масса изделия определяет количество вещества в нем. Согласно ЕСКД в чертежах деталей, сборочных единиц и изделий необходимо указывать значение массы.

Единицами массы являются грамм, килограмм, тонна. В соответствии с отраслевыми стандартами масса изделия до 100 г указывается в граммах, от 100 г до 1000 кг — в килограммах, от 1000 кг и выше — в тоннах. От массы изделия следует отличать его вес, показывающий силу тяжести и выражающийся в ньютонах.

Масса РЭА определяется как сумма масс радио- и электроэлементов принципиальной электрической схемы плюс сумма масс основных деталей механической части конструкции радиоэлектронной аппаратуры (кожух, шасси, печатные платы, кронштейны, радиаторы и др.). Масса радио- и электроэлементов дается в справочниках и прейскурантах, а масса деталей механической части конструкции РЭА дается в детализовочных чертежах и определяется умножением объема детали на плотность материала.

В отдельных случаях в дипломных проектах разрешается использовать укрупненные (приближенные) методы определения массы изделия, в основе которых лежат статистические соотношения масс различных блоков РЭА и агрегатов летательных аппаратов. Например, известно, что каждый киловатт потребляемой мощности РЭА требует установки в ней средств охлаждения массой в 6—7 кг; полезная нагрузка и масса конструкции самолета связаны соотношением от 1:8 до 1:50.

Для расчета экономической эффективности от снижения массы РЭА следует использовать формулы из 4.2.

5.3.2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИИ НА ЭСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДАХ

При расчете экономии от снижения массы РЭА необходимо учитывать место ее эксплуатации. В зависимости от места эксплуатации РЭА бывает: бортовая самолетная, бортовая ракетная (или ракетно-космическая), автотранспортная, переносная и стационарная.

Уменьшение массы РЭА, устанавливаемой на подвижных объектах (самолетах, ракетах, космических объектах, наземном транспорте) может привести к экономии следующих типов затрат: на материалы (\mathcal{E}_m) и покупные комплектующие изделия ($\mathcal{E}_{пкк}$) при изготовлении самой РЭА; на электроэнергию, потребляемую РЭА уменьшенной массы ($\mathcal{E}_{эл}$); на транспортировку РЭА уменьшенной массы ($\mathcal{E}_{та}$); на транспортировку источников электропитания уменьшенной массы ($\mathcal{E}_{ти}$). Следовательно, в общем случае экономия на эксплуатацию РЭА уменьшенной массы для подвижных объектов будет рассчитана по формуле

$$\Delta C = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{пкк} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{та} + \mathcal{E}_{ти}.$$

Для переносной РЭА экономическая эффективность может определяться снижением затрат: на материалы (\mathcal{E}_m) и покупные комплектующие изделия ($\mathcal{E}_{пкк}$) самой РЭА; потребляемую электроэнергию ($\mathcal{E}_{эл}$) или источники питания ($\mathcal{E}_{ип}$); транспортировку РЭА ($\mathcal{E}_{та}$). В общем случае формула для экономии на эксплуатации переносной РЭА будет иметь вид

$$\Delta C = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{пкк} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{ип} + \mathcal{E}_{та}.$$

Для стационарной РЭА снижение ее массы очень часто связано с существенным уменьшением ее объема и занимаемых площадей. Это приводит к экономии затрат: на материалы (\mathcal{E}_m) и покупные комплектующие изделия ($\mathcal{E}_{пкк}$) самой РЭА; на электроэнергию ($\mathcal{E}_{эл}$); текущий ремонт РЭА ($\mathcal{E}_{рем}$); обслуживание РЭА операторами при выполнении производственных операций ($\mathcal{E}_{обс}$); на амортизацию помещений ($\mathcal{E}_{ап}$) и самой РЭА ($\mathcal{E}_{аа}$); содержание помещений ($\mathcal{E}_{сп}$). Таким образом, экономия на эксплуатации стационарной РЭА может быть вычислена в общем случае по формуле

$$\Delta C = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{пкк} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{рем} + \mathcal{E}_{обс} + \mathcal{E}_{ап} + \mathcal{E}_{аа} + \mathcal{E}_{сп}.$$

Для конкретных условий и конкретных видов РЭА не обязательно наличие всех составляющих экономии в указанных выше формулах ввиду полного отсутствия некоторых из них или малой величины по сравнению с другими составляющими.

При модернизации одного или группы находящихся в эксплуатации изделий вначале расчет ΔC осуществляется для одного изделия, а затем ΔC умножается на количество модернизируемых изделий.

Если проектируемое изделие предполагается запустить в серийное или массовое производство, то можно условно ΔC умножить на предполагаемую годовую программу выпуска изделий.

Экономия затрат на материалы рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_m = \sum_{i=1}^m q_{mi} \Pi_{mi} - \sum_{j=1}^n q_{mj} \Pi_{mj},$$

где m и n — количество деталей механической части конструкции соответственно для базовой и проектируемой РЭА, шт.; q_{mi} — масса i -й детали базовой РЭА, кг; q_{mj} — масса j -й детали проектируемой РЭА, кг; Π_{mi} — цена материала i -й детали базовой РЭА, р.; Π_{mj} — цена материала j -й детали проектируемой РЭА, р.

Экономия затрат на покупные комплектующие элементы определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{пкк} = \sum_{i=1}^k \Pi_{pi} - \sum_{j=1}^p \Pi_{pj},$$

где k и p — количество покупных комплектующих изделий (радиоэлементов) соответственно базового и проектируемого вариантов, шт.; Π_{pi} — цена i -го радиоэлемента базового изделия, р. Π_{pj} — цена j -го радиоэлемента проектируемого изделия, р.

Для укрупненных расчетов вместо составляющих \mathcal{E}_m и $\mathcal{E}_{пкк}$ можно определить общую экономию на стоимости РЭА уменьшенной массы

$$\mathcal{E}_c = B(Q_1 - Q_2),$$

где Q_1 и Q_2 — масса соответственно базовой и проектируемой РЭА (определяется взвешиванием или расчетом), г.; B — полная стоимость единицы массы РЭА: бортовой самолетной — $B = 0,6$ долл./г; ЭВМ — $B = 10^{-4}$ долл./г; автотранспортной — $B = 0,012$ долл./г; переносной — $B = 1,33$ долл./г; бортовой ракетной РЭА — $B = 45$ долл./г [28]. Последняя величина $B = 45$ долл./г возрастает приблизительно в 10 раз для космического корабля и уменьшается в 10 раз для неорбитальной ракеты ближнего радиуса действия (с учетом стоимости наземного оборудования, административных расходов, расходов на ремонт и др.) [28]. Перевод долларов в рубли

можно осуществить на основе сведений в курсах валют, проводимых в еженедельнике «Экономика и жизнь» или в газете «Известия» на момент расчетов. Однако все нормативные данные, используемые в настоящем пособии, имеют переводной коэффициент из долларов в рубли, равный 0,8, а из рублей в доллары — 1,25 (согласно времени формирования нормативов).

Экономия на электроэнергии определится по формулам:
а) для сетевого питания

$$\Delta_{\text{эл}} = C_c (W_1 t_1 - W_2 t_2),$$

где W_1 и W_2 — потребляемая мощность соответственно базовой и проектируемой РЭА, кВт; t_1 , t_2 — время работы в году соответственно базовой и проектируемой РЭА, ч.; C_c — цена 1 кВт·ч электроэнергии, р.;

б) для других источников питания

$$\Delta_{\text{эл}} = C_{\text{вт1}} W_1 t_1 - C_{\text{вт2}} W_2 t_2,$$

где $C_{\text{вт1}}$ и $C_{\text{вт2}}$ — стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, потребляемой РЭА от различных источников питания, р./Вт·ч. Можно использовать данные табл. 29 [28].

Таблица 29

Стоимость 1 Вт/ч различных видов бортовых источников питания

Источники питания	Срок службы, ч	Стоимость, долл./Вт·ч
1. Химические батареи первичные:		
а) лекланше	1—1000	10—100
б) ртутно-цинковые	1—1000	0,3—3,0
вторичные:		
а) свинцовоокислые	1—1000	5—50
б) кадмиево-никелевые	1—1000	0,2—2,0
в) серебряно-цинковые	1—1000	0,2—2,0
2. Солнечная батарея	10000	10—50
3. Конденсатор	10	0,1
4. Химическая батарея + солнечная	10000	1—50
5. Химическая батарея + мотор-генератор	10000	50—5000

Снижение затрат на транспортировку РЭА уменьшенной массы определяется по формуле

$$\Delta_{\text{та}} = (Q_1 - Q_2) C_0 L F,$$

где C_0 — стоимость транспортировки единицы массы на единицу расстояния, долл./кг · км; L — среднегодовой пробег, км/год; F — коэффициент заполнения грузового объема транспортного средства. В США значение коэффициента заполнения транспортных самолетов оценивается величиной 0,53 [28].

Количественную оценку затрат на транспортировку подвижной РЭА можно определить по данным работы [28]. Для транспортной авиации $C_0 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ долл./кг · км; $L = 9,66 \cdot 10^5$ км/год на один самолет; $H = 10$ лет. Для автомобильного транспорта: $C_0 = 4,3 \cdot 10^{-5}$ долл./кг · км; $L = 96 \cdot 10^3$ км/год; $H = 6,7$ лет. Для переносной аппаратуры: стоимость транспортировки единицы массы за все время эксплуатации $C_T = 1,33$ долл./г; срок службы $H = 5$ лет.

На основании приведенных данных рассчитаны значения стоимости транспортировки единицы массы за все время эксплуатации C_T (долл./г) и стоимость транспортировки единицы массы в единицу времени $C_{Tч}$ (долл./г · ч). Результаты расчетов сведены в табл. 30 [34]. Для оценки расчетов можно использовать эти цифры, переводя доллары в рубли.

Таблица 30

Стоимость транспортировки единицы массы РЭА

Вид аппаратуры	C_0 , долл./г · км	C_T , долл./г	$C_{Tч}$, долл./г · ч
Авиационная	$1,5 \cdot 10^{-7}$	1,45	$1,65 \cdot 10^{-5}$
Автомобильная	$4,3 \cdot 10^{-8}$	$2,86 \cdot 10^{-2}$	$4,74 \cdot 10^{-7}$
Переносная	—	1,33	$3,54 \cdot 10^{-5}$
Ракетно-космическая	—	1	—
Стационарная*	—	10^{-4}	—

* Стоимость эксплуатации единицы объема, долл./см³.

При укрупненных расчетах для определения экономии затрат на транспортировку РЭА уменьшенной массы можно использовать формулу

$$\Delta_{\text{та}} = (Q_1 - Q_2) K_L C_L / T_{\text{сл}},$$

где K_L — коэффициент, учитывающий увеличение массы

конструкции летательного аппарата на каждый кг массы полезной нагрузки (для самолетов $K_n = 6 \dots 10$, для ракет $K_n = 50 \dots 150$) [21]; C_n — стоимость 1 кг массы конструкции летательного аппарата (для самолетов $C_n = 40 \text{—} 50$ р./кг, для ракет $C_n = 75 \text{—} 100$ р./кг) [21]; $T_{сн}$ — среднее число лет эксплуатации транспортного средства, год.

Некоторую особенность имеет определение экономии от уменьшения массы РЭА для объектов одноразового использования, выводимых на баллистические траектории или орбиты искусственных спутников Земли. Например, стоимость ракеты-носителя США «Сатурн» составляет 137 млн. долл., выводимый ею полезный груз — 100...130 тонн [28]. Следовательно, стоимость транспортировки на орбиту (или запуска) 1 кг массы груза будет составлять 1000...1300 долл./кг. Этот показатель и определяет экономический выигрыш от уменьшения массы бортовой ракетно-космической РЭА. Если полезной нагрузке сообщается вторая космическая скорость, то стоимость транспортировки 1 кг массы по данным США будет составлять примерно 25000 долл./кг [28].

Для самолетов гражданской авиации в случае существенного снижения массы РЭА экономия на транспортировке РЭА уменьшенной массы определится по формуле

$$\Delta_{та} = (C_1 - C_2) НП,$$

где C_1 и C_2 — себестоимость 1 т-км соответственно при использовании базовой и проектируемой РЭА, р./т-км (0,14...0,25); H — годовой налет часов, ч/год (1700—2000); P — производительность самолета, т-км/ч.

При оценке эффективности усовершенствования РЭА существенным фактором являются параметры источников питания. Для транспортируемой РЭА масса необходимых источников питания суммируется с массой аппаратуры. При этом получается, что формулы для расчета снижения затрат на транспортировку источников питания уменьшенной массы аналогичны формулам для определения $\Delta_{та}$:

для детализированных расчетов

$$\Delta_{ти} = C_0 LF(Q_{и1} - Q_{и2});$$

для укрупненных расчетов

$$\Delta_{ти} = (Q_{и1} - Q_{и2}) K_n C_n / T_{сн},$$

где $Q_{и1}$ и $Q_{и2}$ — масса источников питания соответственно для базовой и проектируемой РЭА, кг.

Массу источников питания для РЭА на искусственных спутниках Земли при использовании солнечных батарей и

серебряно-цинковых аккумуляторов можно определить по графикам рис. 13 [34] (параметр τ_7 характеризует относительное время пребывания солнечной батареи в тени). Снижение затрат на источники питания ($\mathcal{E}_{\text{ип}}$) можно вычислить, исходя из стоимости единицы мощности источника питания, представляющего собой генератор и буферную аккумуляторную батарею:

$$C_1 = C_{\text{вт}} AL / BT_1 + EL / T_2 + C_r,$$

где $C_{\text{вт}}$ — стоимость 1 Вт·ч электроэнергии батарей, р./Вт·ч; A — емкость аккумуляторной батареи, Вт·ч; B — допустимая нагрузка аккумуляторной батареи, Вт; T_1 — срок службы батареи, ч; L — срок службы РЭА, ч; E — стоимость единицы мощности генератора, р./Вт; T_2 — срок службы генератора, ч; C_r — стоимость горючего для генератора, р./Вт.

Отсюда снижение затрат на источники питания рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{ип}} = C_1 (W_1 - W_2).$$

В ряде случаев стоимость источников питания оказывается незначительной по сравнению со стоимостью транспортировки, и потому экономией на снижение стоимости источников питания можно пренебречь.

Снижение затрат на текущий ремонт РЭА определяется изменением расходов на элементы, заменяемые в процессе планово-предупредительного ремонта, расходами на замену отказавших элементов и расходами на заработную плату персонала, занятого ремонтом радиоаппаратуры.

Расходы на элементы, заменяемые в процессе планово-предупредительного ремонта, вычисляются по формуле

$$P_{\text{ппр}} = (T_r / T_a) \sum_{i=1}^m C_i n_{i3},$$

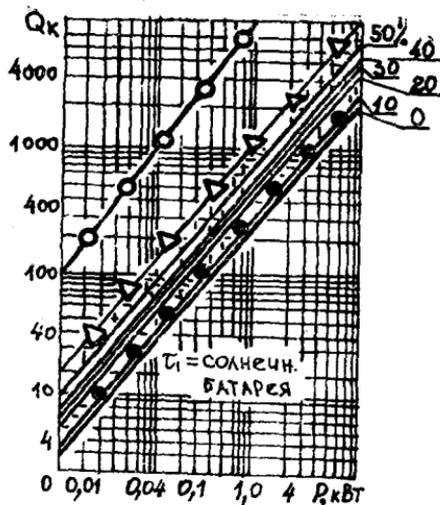


Рис. 13. Графики зависимостей массы источников питания от мощности: — ○ — Ag—Zn аккумулятор на одни сутки; — △ — Ag—Zn аккумулятор на 10 ч. работы; — ● — Ag—Zn аккумулятор на 1 ч. работы

где T_r — количество часов работы РЭА в году, ч; T_a — срок службы РЭА, ч; m — количество наименований радиоэлементов в РЭА; C_i — цена i -го сменяемого элемента, р.; n_{iz} — количество заменяемых i -х элементов, шт.

Количество заменяемых элементов одного наименования за срок службы РЭА определяется как отношение полного срока службы РЭА к сроку службы (гарантийному сроку) каждого элемента:

$$n_{iz} = T_a / T_i,$$

где T_i — гарантийный срок службы i -го элемента конструкции, ч.

Расходы на замену отказавших элементов определяются по формуле

$$P_{\text{отк}} = \sum_{i=1}^k C_i n_{io} \lambda_i / T_a,$$

где λ_i — частота отказов i -го элемента конструкции, 1/ч; n_{io} — количество заменяемых i -х элементов, шт.

Частота отказов i -го типа элементов в конструкции РЭА определится по формуле

$$\lambda_i = n_o / N_i T_r,$$

где n_o — число отказавших элементов за время работы (в часах) РЭА в году, шт.; N_i — общее количество элементов i -го типа в конструкции РЭА, шт.

Расходы на заработную плату персонала, занятого ремонтом РЭА, составят

$$Z = t C_n K_{\text{ср}} \left(\sum_{i=1}^m n_{iz} - \sum_{i=1}^k n_{io} \right) K_{\text{доп}} K_{\text{сс}},$$

где t — средняя трудоемкость замены одного элемента, ч.; C_n — тарифная ставка первого разряда, р./ч. (см. прил. 3); $K_{\text{ср}}$ — средний тарифный коэффициент работ; $K_{\text{доп}}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (равен примерно 1,1); $K_{\text{сс}}$ — коэффициент отчислений на социальное страхование (равен 1,37).

Средний тарифный коэффициент рассчитывается следующим образом:

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \dots + K_8 t_8}{t_1 + t_2 + \dots + t_8},$$

где K_1, K_2, \dots, K_8 — тарифные коэффициенты соответствующего разряда (прил. 3); t_1, t_2, \dots, t_8 — трудоемкость работ соответствующего разряда, н-ч.

Если работу по ремонту РЭА ведут техники, находящиеся на окладах, то расходы на их заработную плату определяются по формуле

$$З = \frac{C_o}{T_M} t \left(\sum_{i=1}^m n_{i3} + \sum_{i=1}^k n_{i0} \right) K_{cc} K_{доп},$$

где C_o — месячный оклад работника, в зависимости от должности (см. прил. 9); T_M — среднее число рабочих дней в месяце.

Косвенные заводские и цеховые накладные расходы P_K исчисляются от затрат на заработную плату. Проценты косвенных расходов даны в табл. 25.

Общее снижение затрат на текущий ремонт РЭА определится по формуле

$$\mathcal{E}_{рем} = (P_{ппр1} + P_{отк} + З_1 + P_{к1}) - (P_{ппр2} + P_{отк2} + З_2 + P_{к2}),$$

где индекс 1 означает базовый вариант РЭА, а индекс 2 — проектируемый (или модернизируемый).

Снижение затрат на обслуживание РЭА операторами при выполнении производственных операций можно рассчитать по формуле

$$\mathcal{E}'_{обс} = (T_1 C_{ч1} K_{ср1} - T_2 C_{ч2} K_{ср2}) K_{доп} K_{cc},$$

где T_1 и T_2 — трудоемкость работ соответственно для базовой и проектируемой РЭА, ч.; $C_{ч1}$ и $C_{ч2}$ — тарифная ставка первого разряда соответственно для базовой и проектируемой РЭА, р./ч.; $K_{ср1}$ и $K_{ср2}$ — средний тарифный коэффициент соответственно для базовой и проектируемой РЭА.

С учетом косвенных расходов получается

$$\mathcal{E}_{обс} = \mathcal{E}'_{обс} + (P_{к1} + P_{к2}),$$

где $P_{к1}$ и $P_{к2}$ — косвенные расходы соответственно для базовой и проектируемой РЭА, р.

Снижение затрат на амортизацию помещения определится по формуле

$$\mathcal{E}_{ап} = (C_o A_{зд} T_a / 100) (S_1 - S_2),$$

где C_o — стоимость постройки единицы площади предприятия (130 р./м²); $A_{зд}$ — годовая норма амортизации помещений (2,5...3,0%); T_a — срок службы РЭА, год; S_1 и S_2 — площадь зданий, занимаемая соответственно базовой и проектируемой РЭА, м².

Снижение затрат на эксплуатацию (обслуживание) помещения можно вычислить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{эп} = MT_a (S_1 - S_2),$$

где M — стоимость технического обслуживания единицы площади здания в год (6—8 р./м²·год).

Снижение затрат на амортизацию самой РЭА определится по формуле

$$\Delta A_a = C_1 A_{a1} - C_2 A_{a2},$$

где C_1 и C_2 — цена базовой и проектируемой РЭА соответственно, р.; A_{a1} и A_{a2} — годовая норма амортизации соответственно базовой и проектируемой РЭА, %.

5.3.3. РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

K дополнительным капитальным вложениям при снижении массы РЭА в основном относятся затраты на проектирование (модернизацию), а в некоторых случаях также затраты на переоборудование летательных аппаратов для установки РЭА уменьшенной массы; т. е. дополнительные капитальные вложения в общем виде можно определить по формуле

$$\Delta K = C_{пр} + C_{пер},$$

где $C_{пр}$ — сметная стоимость ОКР (или затраты на модернизацию), р. Ее можно определить по методике, приведенной в подразд. 3.2; $C_{пер}$ — затраты на переоборудование летательных аппаратов, р. Они определяются стоимостью проектных работ по переоборудованию летательных аппаратов и затратами на их переоборудование.

При затруднении в расчетах дополнительных капитальных вложений можно использовать связь массы РЭА с потребляемой ею электроэнергией. В этом случае ΔK вычислится по формуле

$$\Delta K = (W_1 - W_2) \Delta C_0,$$

где $W_1 - W_2$ — потребляемая мощность соответственно базового и проектируемого изделия, Вт; ΔC_0 — снижение затрат на проектирование различных видов микроэлектронной аппаратуры на каждый сэкономленный ватт мощности, потребляемой РЭА, долл./Вт: стационарной—0,5; автомобильной—7; переносной — 10; самолетной бортовой — (2...3·100); ракетной бортовой 10000...100000 и более [28].

5.3.4. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ СНИЖЕНИЯ МАССЫ ИЗДЕЛИЯ

Пример 1. Модернизация бортовой ракетной РЭА, устанавливаемой на космическом корабле, привела к снижению ее

массы на 5 кг и снижению потребляемой мощности на 20 Вт. Модернизированную аппаратуру предполагается установить на 5 объектах. Общее время работы РЭА составляет 1000 ч. РЭА работает от источников питания, представляющих серебряно-цинковые аккумуляторы и солнечную батарею. Время нахождения батареи в тени 20%. Определить экономическую эффективность модернизации РЭА.

Решение. 1. Экономическая эффективность указанного типа РЭА $\mathcal{E} = \Delta C - \Delta K$. Коэффициент экономической эффективности $E_p = \Delta C / \Delta K$.

2. В указанных формулах неизвестны ΔC и ΔK . Их надо найти.

3. Речь идет о бортовой ракетной РЭА, поэтому ΔC можно вычислить следующим образом:

$$\Delta C = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{пкн} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{та} + \mathcal{E}_{ти}.$$

В этой формуле неизвестны все ее составляющие. Их надо определить.

4. Так как данных об изменении материалов и ПКИ в условии не дано, то воспользуемся формулой для расчета экономии на стоимости РЭА: $\mathcal{E}_c = (Q_1 - Q_2) B$. Из условия задачи известно, что $(Q_1 - Q_2) = 5$ кг. Полная стоимость единицы массы для бортовой космической РЭА будет равна $B = 45 \text{ долл./г} \times 10 = 450 \text{ долл./г}$. Тогда $\mathcal{E}_c = 5 \cdot 450 = 2250 \text{ долл.}$ В рублях соответственно курсу доллара получим $\mathcal{E}_c = 2250 \cdot 0,8 = 1800 \text{ р.}$

5. Экономия на электроэнергии определится по формуле

$$\mathcal{E}_{эл} = ЦВТ_1 t_1 W_1 - ЦВТ_2 t_2 W_2.$$

Известно, что $W_1 - W_2 = 20$ Вт, $t_1 = t_2 = 1000$ ч, $ЦВТ_1 = ЦВТ_2$. По табл. 28 для солнечной батареи находим $ЦВТ = 20 \text{ долл./Вт} \cdot \text{ч}$. Тогда

$$\mathcal{E}_{эл} = 20 \cdot 1000 \cdot 20 = 400000 \text{ долл.}$$

В рублях по курсу получим

$$\mathcal{E}_{эл} = 400000 \cdot 0,8 = 320000 \text{ р.}$$

6. Экономия от снижения затрат на транспортировку РЭА уменьшенной массы определится по формуле

$$\mathcal{E}_{та} = (Q_1 - Q_2) K_n C_n / H; \quad (Q_1 - Q_2) = 5 \text{ кг.}$$

Примем $K_n = 100$, $C_n = 100$, $H = 1$. Тогда

$$\mathcal{E}_{та} = 5 \cdot 100 \cdot 100 = 50000 \text{ долл.}$$

В рублях согласно существующему курсу получим

$$\mathcal{E}_{та} = 50000 \cdot 0,8 = 40000 \text{ р.}$$

7. Экономия затрат на транспортировке источников питания можно вычислить по формуле

$$\Delta C_{\text{тн}} = (Q_{\text{и1}} - Q_{\text{и2}}) K_{\text{л}} C_{\text{л}} / H.$$

Разность $(Q_{\text{и1}} - Q_{\text{и2}})$ можно определить, исходя из снижения потребляемой РЭА мощности по рис. 13. Для солнечной батареи с учетом 20% времени пребывания ее в тени при сокращении потребляемой энергии на 20 Вт (согласно рис. 13) получим, что вес солнечной батареи снизится на 6,5 кг. Если солнечная батарея 20% времени будет находиться в тени (это составит в сутки $24 \cdot 20 / 100 = 4,8$ ч.), то серебряно-цинковых аккумуляторов будет вполне достаточно на 10 ч. работы. Вес серебряно-цинковых аккумуляторов согласно рис. 13 сократится на 23 кг. Общий вес источников питания уменьшится на $23 + 6,5 = 29,5$ кг. Отсюда экономия затрат на транспортировке облегченных источников питания будет равна

$$\Delta C_{\text{тн}} = 29,5 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 100 = 295000 \text{ долл.}$$

В рублях по курсу получим

$$\Delta C_{\text{тн}} = 295000 \cdot 0,8 = 236000 \text{ р.}$$

8. Общая экономия на эксплуатационных расходах на одно изделие будет равна

$$\Delta C = 1800 + 320000 + 40000 + 236000 = 597800 \text{ р.,}$$

а на 5 изделий

$$\Delta C_N = 5 \cdot 597800 = 2989000 \text{ р.}$$

9. Дополнительные капитальные вложения на модернизацию РЭА определяются приближенно по формуле

$$\Delta K = (W_1 - W_2) \Delta C_0.$$

Здесь $W_1 - W_2 = 20$ Вт. Причем $\Delta C_0 = 50000$ долл./Вт. Тогда

$$\Delta K = 20 \cdot 50000 = 1000000 \text{ долл.}$$

В рублях соответственно курсу получим

$$\Delta K = 1000000 \cdot 0,8 = 800000 \text{ р.}$$

10. Так как ΔC и ΔK известны, то можно вычислить экономический эффект

$$\Delta = \Delta C - \Delta K = 2989000 - 800000 = 2189000 \text{ р.}$$

и расчетный коэффициент экономической эффективности

$$E_p = \Delta C / \Delta K = 2989000 / 800000 = 3,75.$$

Пример 2. В результате модернизации радионавигационной аппаратуры для самолетов гражданской авиации ее масса снизилась на 30 кг. Затраты на модернизацию и внедрение в производство новой аппаратуры составили 10000 р. Годовая программа выпуска РЭА 10 штук. Аппаратура устанавливается на самолет, имеющий следующие производственно-технические характеристики: годовой налет часов $N = 1500$ ч; средняя скорость полета $V = 730$ км/ч; производительность самолета $\Pi = 6000$ т-км/ч; себестоимость 1 т-км $C_1 = 0,18$ р.; средний коэффициент использования грузоподъемности (коэффициент коммерческой загрузки) $K = 0,6$. Нормативный коэффициент экономической эффективности $E_n = 0,15$. Определить экономическую эффективность модернизации РЭА.

Решение:

1. Расчет экономической эффективности указанного типа РЭА производится по следующим формулам:

годовой экономический эффект

$$\Delta C = \Delta C - E_n \Delta K;$$

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \Delta K / \Delta C;$$

расчетный коэффициент экономической эффективности

$$E_p = \Delta C / \Delta K.$$

2. В указанных формулах неизвестно только ΔC . Так как речь идет о РЭА, используемой на самолетах гражданской авиации, то ΔC можно определить по формуле

$$\Delta C = \Delta C_m + \Delta C_{пкн} + \Delta C_{эл} + \Delta C_{та} + \Delta C_{ти}.$$

Здесь известны все составляющие.

3. В условии нет данных об изменении материалов и покупных комплектующих изделий. Поэтому воспользуемся формулой для определения экономии на стоимости РЭА:

$$\Delta C_c = \Delta C_m + \Delta C_{пкн} = B(Q_1 - Q_2).$$

Из условия известно, что $Q_1 - Q_2 = 30$ кг. Полная стоимость единицы массы для бортовой самолетной РЭА равна $B = 0,6$ долл./г. Тогда $\Delta C_c = 30000 \cdot 0,6 = 18000$ долл. В рублях получим

$$\Delta C_c = 18000 \cdot 0,8 = 14400 \text{ р.}$$

4. Так как сведений о снижении потребляемой энергии нет, будем считать, что потребление энергии не изменилось. Следовательно, составляющие $\Delta C_{эл}$ и $\Delta C_{ти}$ определять не надо.

5. Экономия на транспортировке РЭА уменьшенной массы для самолетов гражданской авиации можно рассчитать по формуле

$$\Theta_{та} = (C_1 - C_2) \text{НП.}$$

C_1 , H и P известны по условию задачи, а C_2 надо найти.

6. Если стоимость одного летного часа самолета данного типа считать величиной постоянной, то можно утверждать, что после установки новой РЭА себестоимость 1 т-км снизится на величину повышения производительности самолета. Надо определить, на сколько увеличится производительность самолета от снижения массы РЭА.

Часовая производительность самолета рассчитывается по формуле

$$П = qV K_q,$$

где q — коммерческая загрузка самолета, т; V — скорость самолета, км/ч; K_q — коэффициент использования коммерческой загрузки. Отсюда

$$q = П / VK_q.$$

Прирост часовой производительности самолета равен

$$\Delta П = \Delta q V K_q = 0,030 \cdot 730 \cdot 0,6 = 13,14 \text{ т-км/ч}$$

или в %:

$$\Delta П(\%) = (6013,14 - 6000) / 6000 \cdot 100 = 0,21\%,$$

где Δq — увеличение полезной нагрузки за счет снижения массы аппаратуры.

Тогда

$$C_2 = 0,18 - (0,18 \cdot 0,21) / 100 = 0,179622 \text{ р.}$$

и

$$\Theta_{та} = (C_1 - C_2) \cdot H \cdot П = (0,18 - 0,179622) \cdot 6030 \cdot 1500 = 3420 \text{ р.}$$

7. Общая экономия на эксплуатационных расходах на одно изделие будет равна

$$\Delta C' = 14400 + 3420 = 17820 \text{ р.}$$

Для годовой программы изделий

$$\Delta C = 17820 \cdot 10 = 178200 \text{ р.}$$

8. Таким образом, составляющие экономической эффективности модернизации РЭА следующие:

годовой экономической эффект

$$\Theta_r = 178200 - 0,15 \cdot 100000 = 163200 \text{ р.};$$

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \Delta K / \Delta C = 100000 / 178200 = 0,56 \text{ года};$$

коэффициент экономической эффективности

$$E_p = \Delta C / \Delta K = 178200 / 100000 = 1,782.$$

5.4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИИ

В условиях экологического кризиса в нашей стране устранение негативного воздействия общественного производства на окружающую среду является задачей огромной важности. Поэтому в каждом конкретном случае при проектировании изделий и технологий в процессе дипломного проектирования следует отбирать не просто самые экономичные варианты решения поставленных задач, но и самые экологически чистые. Понятие безотходной технологии в широком смысле слова касается как производственных процессов, так и судьбы изготовленных изделий, которые должны характеризоваться долгим сроком службы, простотой ремонта, а после выхода из строя могли бы быть без особого труда возвращены в производственный цикл или переведены в экологически безвредную форму.

То есть при проектировании конструкции и технологии необходимо продумать и осуществить замкнутый цикл использования природных ресурсов по аналогии с природными экосистемами. Безотходное производство включает переработку отходов производства и потребление полученной продукции или любое полезное использование без нарушения экологического равновесия. Однако главное в безотходном производстве не переработка отходов, хотя в настоящее время она и превалирует, а создание таких технологических процессов и производств, в которых все компоненты переработанного сырья разумно используются.

Экологическое воздействие мало- и безотходных производств в основном характеризуется загрязнением окружающей среды. Под загрязнением окружающей среды понимается повышение содержания в воде и в воздухе различных вредных веществ, превышающих предельно допустимые концентрации по сравнению с ее естественным состоянием или по сравнению с установленными нормативами предельно допустимых концентраций вредных веществ. Третьей усиленно

загрязняемой средой в настоящее время является акустическая среда населенных мест, перенасыщенная различного рода шумами, излучениями и вибрациями.

«Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», одобренная постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР от 21 октября 1983 г., № 254/284/134, для оценки экономической эффективности природоохранных мероприятий, в том числе и для создания мало- и безотходных технологий, рекомендует использовать следующие экономические показатели:

1. Чистый экономический эффект

$$R = P - Z,$$

где P — экономический результат, р.; Z — затраты на реализацию средозащитного мероприятия, р.

Чистый экономический эффект нужен для ТЭО сравниваемых вариантов средозащитных мероприятий и для количественной экономической оценки фактически осуществленных средозащитных мероприятий.

2. Экономический результат средозащитного мероприятия

$$P = \Pi + \Delta D,$$

где Π — величина предотвращенного годового экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, р./год; ΔD — годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов деятельности предприятия, р./год;

$$\Pi = Y_1 - Y_2,$$

Y_1 и Y_2 — расчетный ущерб до и после проведенного средозащитного мероприятия, р./год;

$$\Delta D = \sum_{j=1}^m q_j Z_j - \sum_{i=1}^m q_i Z_i,$$

q_i , q_j — количество продукции i -го и j -го вида (качества), получаемой и реализуемой до (i) и после (j) осуществления средозащитного мероприятия, шт.; Z_i , Z_j — цена продукции i -го и j -го вида соответственно, р./шт.

3. Затраты на реализацию средозащитного мероприятия

$$Z = C + E_n K,$$

где C — текущие (эксплуатационные) затраты, связанные с функционированием объекта, выполняющего средозащитные

мероприятия, р./год; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности (равен 0,12); K — капитальные вложения на осуществление средозащитного мероприятия, р.

Примечание. Формулы пп. 1—3 можно использовать только в том случае, если проектные сроки и периоды строительства, а также сроки эксплуатации в сравниваемых вариантах средозащитных мероприятий примерно одинаковы.

4. Если условие предыдущего примечания не выполняется, то необходимо в эти формулы вводить фактор времени

$$R_{\text{сум}} = P_{\text{сум}} - Z_{\text{сум}} = \sum_{t=\tau}^T \frac{P_t}{(1+E_{\text{нп}})^{t-t_0}} - \sum_{t=t_0}^T \frac{K_t + C_t}{(1+E_{\text{нп}})^{t-t_0}},$$

где τ — год начала действия мероприятия (эксплуатации объекта и др.); $P_{\text{сум}}$, $Z_{\text{сум}}$ — экономический результат и затраты за весь срок эксплуатации средозащитного мероприятия; T — год завершения действия (эксплуатации) мероприятия (объекта); P_t — экономический результат на год, t , р./год; $E_{\text{нп}}$ — коэффициент приведения (0,08 — для обычных затрат; 0,1 — для новой техники; 0,03 — для восстановления лесных насаждений и рекультивации земель); t_0 — базовый момент времени, к которому приводятся затраты t -го года (момент ввода средозащитного мероприятия в эксплуатацию); K_t — капитальные вложения в t -м году, р.; C_t — эксплуатационные расходы средозащитного мероприятия в t -м году (без реновационных отчислений), р./год; t_0 — год начала строительства.

Когда в качестве года приведения выбирается год окончания строительства и в течение эксплуатации вводятся дополнительные капитальные вложения ($K_{\text{дт}}$), то формула для определения $Z_{\text{сум}}$ примет вид

$$Z_{\text{сум}} = \sum_{t=t_0}^{t_0} K_{\text{пт}} (1+E_{\text{нп}})^{t_0-t} + \sum_{t=t_0+1}^T (K_{\text{дт}} + C_t) / (1+E_{\text{нп}})^{t-t_0},$$

где $K_{\text{пт}}$ — первоначальные капитальные вложения, производимые в t_0 -м году ($t_0 \leq t \leq t_0$); $K_{\text{дт}}$ — дополнительные капитальные вложения, производимые в t -м году ($t_0 + 1 \leq t \leq T$).

5. Показатель общей (абсолютной) экономической эффективности средозащитных затрат необходим для принятия решения об очередности проведения средозащитных мероприятий, оценки степени освоения капитальных вложений, характеристики фактических и планируемых затрат. Он определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij} / Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij} / (C + E_n K),$$

где Θ_{ij} — полный экономический эффект i -го вида от предотвращения (снижения) потерь на j -м объекте, р.

6. Общая (абсолютная) экономическая эффективность капитальных вложений рассчитывается по формуле

$$\Theta = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij}) - C}{K}.$$

7. Дополнительные показатели эффективности средозащитных затрат вычисляются по формулам

$$\Theta_v = \Delta B / Z \quad \text{и} \quad \tilde{\Theta}_v = \Delta \tilde{B} / Z,$$

где ΔB — показатель снижения отрицательного воздействия на окружающую среду; $\Delta \tilde{B}$ — показатель, характеризующий улучшение состояния окружающей среды.

8. Полный экономический эффект средозащитных затрат Θ_{ij} рассчитывается как общий и хозрасчетный:

общий характеризует народное хозяйство в целом. Определяется по приросту экономической оценки природных ресурсов или по приросту чистой продукции;

хозрасчетный рассчитывается для предприятий, объединений, районов, территориально-производственных комплексов. Он определяется по приросту прибыли или снижению себестоимости продукции, или по приросту чистой продукции. Для предприятий непроемкой сферы — по величине экономии среднегодовых затрат.

9. Общий экономический эффект от снижения заболеваемости населения (с частичной или полной утратой трудоспособности) благодаря предотвращению или снижению загрязнения окружающей среды и проведению других средозащитных мероприятий представляет собой сумму следующих результатов:

предотвращение потерь чистой продукции за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства:

$$\Theta_{\text{чп}} = ЧБ (P_2 - P_1),$$

где $Ч$ — средняя величина чистой продукции, приходящейся на один отработанный человеко-день; $Б$ — количество трудящихся, перенесших заболевания либо отвлеченных от производства по уходу за больными членами семей по причинам, вызванным загрязнением окружающей среды (в течение года); P_1 и P_2 — среднегодовое количество человеко-дней

работы одного трудящегося до и после проведения средозащитного мероприятия;

сокращение суммы выплат из фондов социального страхования за период временной и постоянной нетрудоспособности рабочим, служащим и ИТР, заболевшим по причинам, связанным с загрязнением среды:

$$\mathcal{E}_c = B_n V_n (P_2 - P_1),$$

где B_n — количество людей, получающих пособие вследствие заболеваний с временной или постоянной утратой трудоспособности из-за ухудшения состояния среды (в течение года); V_n — средний размер пособия по временной нетрудоспособности, приходющегося на один день болезни;

сокращение затрат в сфере здравоохранения на лечение трудящихся от болезней, вызванных загрязнением среды:

$$\mathcal{E}_{зд} = (Z_A B_A D_A) + (Z_C B_C D_C),$$

где Z_A, Z_C — средние затраты в сфере здравоохранения, приходющиеся на один день лечения соответственно в амбулаторных условиях и в стационаре; B_A, B_C — количество больных, лечившихся от заболеваний, связанных с загрязнением среды, в тех же условиях; D_A, D_C — среднее количество дней болезни одного больного.

10. Полный экономический эффект от роста производительности труда работников в условиях улучшенного состояния природной среды, а также в результате сохранения эстетической ценности природного ландшафта, улучшения состояния рекреационной зоны определяется следующим образом:

общий эффект в материальном производстве — по годовому приросту чистой продукции, а в отраслях непромышленной сферы — по снижению затрат на производство работ и услуг;

возрастательный эффект на предприятиях и объединениях материального производства — по годовому приросту прибыли, в организациях и учреждениях непромышленных отраслей — по величине экономии затрат на выполнение работ и оказание услуг.

11. Полный экономический эффект от предотвращения снижения потерь сырья, топлива, основных и вспомогательных материалов, твердых отходов, неочищенных сточных вод, отходящих газов и выбрасываемой пыли рассчитывается следующим образом:

при определении общего эффекта — по годовому приросту чистой продукции;

при определении хозрасчетного эффекта — по годовичному приросту прибыли или как произведение годного к использованию сырья, топлива и готовой продукции на оптовую цену за вычетом текущих затрат на их получение из отходов.

12. Общий эффект от более продуктивного использования производственного оборудования в условиях улучшенной природной среды оценивается по годовичному приросту чистой продукции в связи с сокращением простоев в ремонте, повышением фонда машинного времени, снижением затрат на все виды ремонтов и обслуживания, ростом производительности труда рабочих, занятых на обслуживании оборудования повышенной ремонтпригодности и надежности.

Хозрасчетный эффект от предотвращения преждевременного износа основных фондов при использовании природного ресурса более низкого качества или работы оборудования в загрязненной среде рассчитывается следующим образом:

экономия затрат на текущие капитальные ремонты в связи с проведением средозащитных мероприятий определяется как произведение сокращенного количества ремонтов, вызванных снижением уровня загрязнения среды на стоимость одного ремонта;

прирост прибыли от повышения сроков службы оборудования

$$\mathcal{E}_{об} = \Phi K_p (T_2 - T_1),$$

где Φ — стоимость оборудования; K_p — коэффициент рентабельности основных фондов; T_1, T_2 — продолжительность работы оборудования соответственно до и после проведения мероприятия.

Примечание. Сведения об исходных данных для расчетов общего и хозрасчетного эффектов представлены в прил. 26.

6. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕХА (участка)

6.1. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ

Производственная программа определяет все организационно-экономические расчеты цеха (участка). Она характеризуется следующими показателями:

товарная продукция — T ; реализованная продукция — T_r ; изменение остатков незавершенного производства — $\Delta НЗП$; валовая продукция — V ; чистая продукция — $ЧП$.

Товарной называется продукция, окончательно изготовленная, принятая ОТК и предназначенная для реализации.

Реализованной называется часть товарной продукции, оплаченная потребителем. При выполнении дипломного проекта условно считается, что вся товарная продукция цеха (участка) реализуется потребителю, поэтому в дальнейшем речь будет идти только о товарной продукции.

Товарную продукцию можно планировать в натуральном выражении (для радиотехнической промышленности — в машино- или приборокомплектах и др.), в норма-часах, в единицах себестоимости или планово-расчетной цены. Для дипломного проектирования производственная программа цеха (участка) будет определяться расчетом объема товарной продукции, выполняемого на основе портфеля заказов цеха (участка), исходя из выбранного критерия (получение максимальной прибыли, наиболее полной загрузки оборудования и др.). Существуют различные методы решения таких задач, но наиболее приемлемым является симплекс-метод, с помощью которого формируется номенклатурный план цеха (участка).

Сущность этого метода заключается в следующем. Необходимо максимизировать (или минимизировать) целевую функцию

$$f(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j,$$

если имеет место система ограничений

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m a_{ij} X_j \leq b_i, i = 1, \dots, m, \\ X_j \geq 0, j = 1, \dots, n. \end{cases}$$

Рассмотрим *пример* решения задачи определения оптимального номенклатурного плана цеха с помощью симплекс-метода. В примере величины выбраны условными, чтобы не загружать расчеты и не затруднять понимание метода. Требуется составить оптимальный производственный план выпуска двух видов изделий при участии в их изготовлении 4 видов машин, чтобы получить максимальную прибыль. Оба вида изделий последовательно обрабатываются на этих машинах. Исходные данные приведены в табл. 31.

Таблица 31

Исходные данные к примеру

Вид изделия	Вид машин				Прибыль на одно изделие, р. (C_j)
	1	2	3	4	
	Время обработки одного изделия, час (a_{ij})				
1	1,0	0	1,0	0,5	4
2	1,0	1,0	0	1,0	6
Возможное время работы машин, ч (b_i)	18	12	12	9	—

Целевая функция

$$F = 4 X_1 + 6 X_2 \rightarrow \max,$$

где X_1 — количество изделий 1-го вида; X_2 — количество изделий 2-го вида.

Система ограничений

$$\begin{cases} X_1 + X_2 \leq 18; \\ 0,5 X_1 + X_2 \leq 12; \\ X_1 \leq 12; \\ X_2 \leq 9; \\ X_1 \geq 0; \\ X_2 \geq 0. \end{cases}$$

Приведем задачу к каноническому виду, для которого разработан алгоритм решения. При этом неравенства в системе ограничений необходимо привести к равенствам, для чего введем дополнительные переменные X_3, X_4, X_5, X_6 . Математическая модель задачи примет вид

$$F = 4X_1 + 6X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 = 18; \\ 0,5X_1 + X_2 + X_4 = 12; \\ X_1 + X_5 = 12; \\ X_2 + X_6 = 9. \end{cases}$$

Переменная является базисной, если она входит только в одно из ограничений с коэффициентом, равным 1. Исходя из этого положения базисными будут переменные X_3, X_4, X_5, X_6 . Переменные X_1 и X_2 — небазисные. Систему ограничений перепишем в виде

$$\begin{cases} X_3 = 18 - X_1 - X_2; \\ X_4 = 12 - 0,5X_1 - X_2; \\ X_5 = 12 - X_1; \\ X_6 = 9 - X_2; \\ X_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 6). \end{cases}$$

Итак, исходный базис B_0 состоит из переменных X_3, X_4, X_5, X_6 . Исходный базисный план:

$$X_1 = X_2 = 0, X_3 = 18, X_4 = 12, X_5 = 12, X_6 = 9,$$

$$F_{60} = 4X_1 + 6X_2 = 4 \cdot 0 + 6 \cdot 0 = 0.$$

В полученном для прибыли выражении X_1 и X_2 имеют положительные коэффициенты. Поэтому целевую функцию F можно увеличивать как путем увеличения X_1 , так и X_2 . Воспользуемся переменной X_2 , поскольку у нее в целевой функции коэффициент больше, что усиливает влияние X_2 на результат. Из системы уравнений можно видеть, что наибольшее значение, которое может принимать переменная X_2 , равно 9. В противном случае переменная X_6 примет отрицательное значение, что противоречит условию задачи.

Перейдем к новому базисному плану. Для этого введем в базис переменную X_2 , а переменную X_6 — выведем. Новый базис B_1 содержит переменные X_3, X_4, X_5, X_2 . Систему ограничений с учетом требований для базисной переменной (входит только в одно ограничение с коэффициентом, равным 1) запишем в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} X_3 = 9 - X_1 + X_6; \\ X_4 = 3 \cdot 0,5 X_1 + X_6; \\ X_5 = 12 - X_1; \\ X_2 = 9 - X_6; \\ X_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 6). \end{array} \right.$$

Новый базисный план: $X_1 = 0$, $X_2 = 9$, $X_3 = 9$, $X_4 = 3$, $X_5 = 12$, $X_6 = 0$ — получен из системы уравнений при условии, что $X_1 = X_6 = 0$. Целевая функция в данном случае примет вид $F_{\sigma_1} = 4 X_1 + 6(9 - X_6) = 54 + 4 X_1 - 6 X_6 = 54$.

Дальнейшее увеличение функции F возможно только за счет переменной X_1 , поскольку переменная X_6 входит в выражение со знаком «минус». Анализ системы уравнений показывает, что переменная X_1 не может быть больше 6, в противном случае переменная X_4 примет отрицательное значение, что противоречит условию задачи.

Перейдем к новому базису, в который введем переменную X_1 и выведем из него переменную X_4 . Базис B_2 содержит переменные X_3 , X_1 , X_5 , X_2 . Система ограничений запишется в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} X_3 = 3 + 2 \cdot X_4 - X_6; \\ X_1 = 6 - 2 X_4 + 2 X_6; \\ X_5 = 6 + 2 X_4 - 2 X_6; \\ X_2 = 9 - X_6; \\ X_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 6). \end{array} \right.$$

Базисный план при этом будет следующим: $X_1 = 6$, $X_2 = 9$, $X_3 = 3$, $X_4 = 0$, $X_5 = 6$, $X_6 = 0$. Подставляя в целевую функцию значения X_1 и X_2 из системы уравнений, получим

$$F_{\sigma_2} = 78 - 8 X_4 + 2 X_6 = 78.$$

Дальнейший рост целевой функции возможен только при увеличении переменной X_6 , поскольку переменная X_4 входит в него с отрицательным знаком.

Анализ систем уравнений показывает, что $X_{6 \max} = 3$, поскольку при больших значениях X_6 переменная X_3 примет отрицательное значение.

Перейдем к новому базису, в который введем переменную X_6 и выведем из него X_3 . Повторяя приведенные выше рассуждения, получим базис B_3 : X_3 , X_6 , X_5 , X_2 . Система ограничений примет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} X_6 = 3 - X_3 + 2 X_4; \\ X_3 = 12 - 2 X_3 + 2 X_4; \\ X_5 = 2 X_3 - 2 \cdot X_4; \\ X_2 = 6 + X_3 - 2 X_4; \\ X_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 6). \end{array} \right.$$

Базисный план: $X_1 = 12, X_2 = 6, X_3 = 0, X_4 = 0, X_5 = 0, X_6 = 3$.
Целевая функция

$$F_{63} = 84 - 2 X_3 - 4 X_4 = 84.$$

Из нее можно видеть, что дальнейшее увеличение функции F невозможно, так как переменные X_3 и X_4 входят в целевую функцию с отрицательными коэффициентами. Следовательно, $F_{\max} = 84$ при $X_1 = 12$ и $X_2 = 6$.

Сформировав номенклатурный план цеха, определяют объем товарной продукции в нормо-часах или рублях по формулам

$$T = \sum_{i=1}^m X_i C_i,$$

$$T = \sum_{i=1}^m X_i t_i,$$

где X_i — количество единиц товарной продукции i -го вида в производственной программе цеха (участка); C_i — себестоимость номенклатурной единицы, р.; t_i — трудоемкость номенклатурной единицы, н-ч.

Незавершенное производство (НЗП) — это незаконченная изготовлением продукция. НЗП предназначено для обеспечения непрерывности производственного процесса и находится на всех стадиях — от первой до последней операции. На радиотехнических предприятиях НЗП планируется в штуках, нормо-часах или в рублях.

Изменение остатков НЗП определяется по формуле

$$\Delta H = H_k - H_n,$$

где H_k — величина НЗП на конец планового периода (нормативная); H_n — фактический остаток НЗП на начало планового периода.

Нормативная величина незавершенного производства на конец планового периода определяется в штуках, нормо-часах и рублях по формулам

$$H_k = a T_{ц},$$

$$H_k = a T_{ц} t K_{тг},$$

$$H_k = a T_{ц} C K_{нз},$$

где a — среднесуточный выпуск товарной продукции в натуральном выражении, шт./сутки; $T_{ц}$ — длительность производственного цикла изготовления номенклатурной единицы, дн.; t — трудоемкость изготовления единицы продукции, н-ч; C — себестоимость изготовления единицы продукции, р. (расчет для полной себестоимости дан в подразд. 3.1); $K_{тг}$ — коэффициент технической готовности определяется отношением фактически затраченного времени на изготовление НЗП к полной трудоемкости, необходимой для полного изготовления; $K_{нз}$ — коэффициент нарастания затрат, определяется отношением фактических затрат на изготовление незавершенного производства к полной величине затрат.

Фактический остаток НЗП на начало планируемого периода определяется путем инвентаризации и учета. При выполнении дипломного проекта величины H_n , $K_{тг}$, $K_{нз}$ могут задаваться консультантом по экономическим вопросам. Прочие параметры $T_{ц}$, t , C в зависимости от обстоятельства могут либо рассчитываться, либо задаваться готовыми.

Среднесуточный выпуск товарной продукции определяется по формуле

$$a = X/D,$$

где X — объем товарной продукции в натуральном выражении за плановый период, шт.; D — количество календарных дней в планируемом периоде (год, квартал), дн.

Под *валовой продукцией* понимают весь объем работ в штуках, нормо-часах или рублях, выполненных цехом (участком):

$$B = T \pm \Delta H,$$

где T — объем товарной продукции; ΔH — изменение остатков НЗП.

Чистая продукция определяется как разность между валовой продукцией B (в действующих ценах предприятия) и материальными производственными затратами M (стоимость сырья, материалов, покупных комплектующих изделий, топлива энергии и т. п.), а также суммой амортизационных отчислений A :

$$ЧП = B - M - A.$$

При этом материальные затраты и валовая продукция исчисляются в одинаковых ценах. При определении чистой продукции из валовой продукции, исчисляемой в оптовых ценах, должны исключаться материальные затраты, которые по действующему на предприятиях учету входят в состав затрат на производство: стоимость сырья и основных материалов,

вспомогательных материалов, ПКИ, топлива, электроэнергии (за вычетом материальных затрат, не включаемых в валовую продукцию), а также затраты, отнесенные к непроизводственным расходам. Из валовой продукции исключаются также стоимость неоплаченного переработанного сырья заказчика и стоимость внутриводского оборота, включенного в валовую продукцию (то есть сверх стоимости, включенной в товарную продукцию).

Показатель чистой продукции используется в расчетах производительности труда и общей эффективности производства и характеризует вновь созданную стоимость.

Нормативно-чистая продукция — это чистая продукция, исчисленная по установленным нормативам. В нормативно-чистую продукцию (так же, как и в чистую продукцию) входят затраты на заработную плату (основную и дополнительную), отчисления на социальное страхование всех работников предприятия (основных и вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала) и прибыль от реализации продукции.

Производственная мощность характеризует возможность цеха (участка) произвести максимальное количество продукции за определенный промежуток времени при наилучшем использовании всех имеющихся ресурсов. Она определяется в натуральных единицах. Но иногда это очень тяжело из-за разнообразия номенклатуры продукции, что приводит к плохой сопоставимости различных видов программ. Поэтому чаще всего производственную мощность выражают количеством произведенной продукции (в рублях) либо потребным количеством оборудования, либо количеством необходимых производственных площадей.

Потребное количество оборудования определяется по формуле

$$n_i = \frac{X_i t_i K_{нзп}}{\Phi_{эф} K_{зо} K_{вн} K_{оо}},$$

где n_i — количество оборудования или аппаратуры (для сборочных цехов) i -го вида; X_i — производственная программа, то есть количество изделий, проходящих через i -е оборудование; t_i — трудоемкость обработки изделия на i -м оборудовании; $K_{нзп}$ — коэффициент незавершенного производства ($K_{нзп} = В/Т$); $\Phi_{эф}$ — эффективный фонд времени работы оборудования; $K_{зо}$ — планируемый коэффициент загрузки оборудования; $K_{вн}$ — коэффициент выполнения норм; $K_{оо}$ — коэффициент обслуживания оборудования.

Эффективный фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по формуле

$$\Phi_{\text{эф}} = ДСч \eta,$$

где $Д$ — количество рабочих дней в планируемом периоде; $С$ — количество рабочих смен в сутки; $ч$ — продолжительность рабочей смены, ч (8; 8,2 ч); η — плановый коэффициент использования единицы оборудования; определяется по формуле $\eta = 1 - b/100$ (b — норма потерь времени, связанная с планово-предупредительными ремонтами оборудования; для сборочных цехов $b = 1...2\%$, для механических — 4...5%).

Количество потребных производственных площадей для сборочных цехов рассчитывается по формуле

$$S = XT_{\text{ц}} S_{\text{уд}} / \Phi_{\text{реж}},$$

где $S_{\text{уд}}$ — удельная площадь, приходящаяся на одно изделие; $\Phi_{\text{реж}}$ — режимный фонд времени работы цеха (участка): $\Phi_{\text{реж}} = ДСч$.

Расчетный коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле

$$K_{\text{зо}} = n_{\text{расч}} / n_{\text{нал}},$$

где $n_{\text{расч}}$ — расчетное количество оборудования; $n_{\text{нал}}$ — наличное (выделенное) количество оборудования.

Расчетный коэффициент загрузки производственных площадей вычисляется следующим образом:

$$K_{\text{пл}} = S_{\text{расч}} / S_{\text{нал}},$$

где $S_{\text{расч}}$ — расчетное количество производственных площадей; $S_{\text{нал}}$ — наличное (выделенное) количество производственных площадей.

Для механических цехов радиотехнических предприятий необходимо провести расчеты вспомогательного оборудования мастерских планово-предупредительного ремонта (ППР), приспособлений и инструмента (ПРИН) и заточных отделений. Однако в связи с тем, что вероятность расчета такого цеха на радиотехническом факультете весьма мала, в данном пособии нет смысла приводить его описание. В случае необходимости следует обратиться к пособиям, разработанным для других факультетов [39].

В сборочных цехах радиотехнических предприятий вместо всех перечисленных выше мастерских может быть небольшая мастерская механика цеха, имеющая небольшой токарный и сверлильный станки и несколько верстаков. В цехах

намотки, кроме токарного и сверлильного станков, может быть также несколько верстаков для наладчиков станков, слесарей ППР, шорников и электромонтеров и т. д.

Ориентировочные удельные площади на единицу оборудования (с учетом проходов) даны в табл. 32.

Для сборочных цехов радиотехнических предприятий расчет площадей ведется по числу основных производственных рабочих: слесарей, монтажников, регулировщиков и др. Тогда удельная площадь на одно рабочее место будет равна 8...12 м² в зависимости от характера производства (с учетом проходов). Эта же норма удельной площади берется для слесарей других цехов радиотехнического предприятия.

Вспомогательные площади под склады, технологические бюро и другие вспомогательные службы для укрупненных расчетов можно принять в пределах 25...30% от производственной площади. Тогда общая площадь цеха определится суммированием производственной ($S_{пр}$) и вспомогательной ($S_{всп}$) площадей по формуле

$$S_{ц} = S_{пр} + S_{всп}.$$

Чтобы вычислить стоимость зданий цеха (участка), необходимо знать кубатуру всех помещений. Для цехов радиотехнических предприятий высота помещений может быть принята следующей, м:

заготовительные цехи	8,0... 10,0
механические цехи	6,0...8,0,
сборочные цехи	3,5...4,
бытовые помещения	3,0...3,5.

Стоимость 1 м³ зданий можно принять равной, р./м³:

для производственных помещений	10...15,
для бытовых помещений	20...25.

Общая стоимость основных производственных фондов цеха (участка) определяется суммой следующих составляющих:

1. Основное и вспомогательное оборудование и аппаратура. Расчет ведется по прейскурантам и ценникам или прил. 1. 27.

Таблица 32

Удельные площади
на единицу оборудования, м²

Площадь оборудования	Удельная площадь
До 1,2	10...12
До 7	15...25
Свыше 7	30...35

2. Стоимость зданий и сооружений. Расчет осуществляется по приведенной выше методике.

3. Стоимость дорогостоящих оснастки и инструмента. Для механических, штамповочных и прессовых цехов принимается в пределах 25...35% от стоимости основного и вспомогательного оборудования: для сборочных цехов радиопредприятия — 10...15% от стоимости оборудования рабочих мест и стоимости контрольно-измерительной аппаратуры. В свою очередь эта сумма разделяется на две части: 60% приходится на дорогостоящую оснастку и 40% — на малоценный инструмент, который снашивается в течение года (его стоимость включается в сумму оборотных средств).

4. Стоимость транспортных средств. Принимается либо равной 4...5% от стоимости основного и вспомогательного оборудования и аппаратуры, либо определяется прямым счетом.

5. Стоимость дорогостоящего хозяйственного инвентаря. Общая стоимость хозяйственного инвентаря принимается в пределах 3...4% от стоимости зданий и сооружений. В свою очередь эта сумма распределяется на две части: дорогостоящий (60% от общей стоимости инвентаря) и малоценный инвентарь. Стоимость последнего включается в сумму оборотных фондов цеха (участка).

Расчет стоимости оборотных фондов цеха (участка). Оборотные фонды включают стоимость текущего запаса основных материалов, ПКИ и полуфабрикатов собственного производства, а также стоимость НЗП.

Стоимость текущего запаса материальных ценностей определяется по формуле

$$Z_T = T C_m N_3 / D,$$

где T — объем товарной продукции, шт.; C_m — стоимость материалов, покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов на 1 машино- или приборокомплект, р.; N_3 — норма запаса материальных ценностей (берется по данным преддипломной практики либо определяется в задании на дипломное проектирование); D — количество рабочих дней в планируемом периоде.

Стоимость незавершенного производства определяется по приведенной вышней формуле. Стоимость специальной оснастки рассчитывается исходя из конкретного производства и технологического процесса. О расчете стоимости малоценного инструмента, оснастки и инвентаря говорилось выше.

6.2. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТРУДУ И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ

В данном разделе дипломного проекта необходимо рассчитать:

1. Количество работников цеха по категориям: основные рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие и младший обслуживающий персонал (МОП).
2. Фонд зарплаты по категориям работающих и в целом.
3. Среднемесячную заработную плату в расчете на основного и вспомогательного рабочего.
4. Уровень производительности труда.

6.2.1. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА РАБОТНИКОВ ЦЕХА ПО КАТЕГОРИЯМ

Количество основных рабочих определяется по профессиям и разрядам, а потом суммируется. Расчет ведется по формуле

$$m_{ij} = X t_{ij} K_{нзп} / \Phi_{пол} K_{вн},$$

где X — программа выпуска продукции, шт.; t_{ij} — трудоемкость единицы продукции по i -му виду работ и по j -му разряду, н-ч; $K_{нзп}$ — коэффициент незавершенного производства; $\Phi_{пол}$ — полезный фонд времени одного рабочего, ч; $K_{вн}$ — планируемый коэффициент выполнения норм (берется по данным предприятия).

Для расчета полезного фонда времени составляется баланс рабочего времени. Расчет проводится в несколько этапов:

определяется календарный фонд времени (здесь и ниже фонды времени рассчитываются на планируемый период — год, квартал, месяц):

$$\Phi_k = D_k \text{ ч},$$

где D_k — количество календарных дней; ч — число часов в рабочей смене;

вычисляется номинальный фонд времени:

$$\Phi_{ном} = D_p \text{ ч} + D_c \text{ ч}',$$

где D_p — количество рабочих дней при пятидневной рабочей неделе; D_c — количество рабочих суббот; $\text{ч}'$ — количество рабочих часов в субботах;

рассчитывается полезный фонд времени:

$$\Phi_{пол} = \Phi_{ном} (1 - \alpha / 100),$$

где α — процент потерь рабочего времени из-за планируемых различного вида отпусков и др.

Расчет количества вспомогательных рабочих ведется по нормам обслуживания, используемым на конкретном предприятии. Общее количество вспомогательных рабочих можно определить укрупненно, используя следующие нормы: для механических цехов количество вспомогательных рабочих составляет примерно 35...50% от основных производственных рабочих, для прессовых и штамповочных — 40...60%; для сборочных — 25...35%.

Количество ИТР, служащих и МОП определяется по штатным расписаниям предприятия. Для сборочных цехов радиотехнического предприятия можно использовать следующие укрупненные данные: количество ИТР не должно превышать примерно 18...20% от количества основных производственных рабочих; количество служащих — 4...5%; количество МОП — 2...1,5%.

6.2.2. РАСЧЕТ ФОНДОВ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОТНИКОВ ЦЕХА

Планируемый фонд зарплаты основных производственных рабочих включает тарифный фонд, премии, доплату за работу в ночное время, оплату запланированных внутрисменных перерывов, целодневных невыходов и различного рода отпусков.

Тарифный фонд зарплаты определяется по формулам: для сдельной оплаты труда

$$\Phi_{\text{сд}} = \text{В} C_1 K_{\text{ср}};$$

для повременной оплаты труда

$$\Phi_{\text{пов}} = m \Phi_{\text{пол}} C'_1 K_{\text{ср}},$$

где В — объем валовой продукции, н-ч; C_1 — часовая ставка 1-го разряда для сдельщиков, р./ч; C'_1 — часовая ставка 1-го разряда для повременщиков, р./ч; m — количество работников; $K_{\text{ср}}$ — средний тарифный коэффициент.

Данные о тарифных ставках и коэффициентах приведены в прил. 3.

Средний тарифный коэффициент вычисляется следующим образом:

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^8 t_i K_i}{\sum_{i=1}^8 t_i},$$

где t_i — трудоемкость изготовления продукции по i -му разряду ($i=1, 2, 3, \dots, 8$), н-ч; K_i — тарифный коэффициент i -го разряда.

Премия за выполнение месячных заданий можно брать в размере 20...30% от тарифного фонда. Сумма тарифного фонда и премии составляет основную зарплату основных производственных рабочих.

Для определения полного фонда заработной платы вычисляют:

часовой фонд заработной платы, включающий все часовые доплаты (за работу в ночное время и др.);

дневной фонд зарплаты, в который кроме часового фонда зарплаты включаются все дневные доплаты (кормящим матерям, за сокращенный рабочий день подростков и др.);

месячный, квартальный, годовой фонды заработной платы, в которые кроме дневного фонда заработной платы включаются все прочие доплаты, не входящие в часовые и дневные (очередные и дополнительные отпуска, выполнение обязанностей и др.).

Часовой фонд заработной платы рассчитывается по формуле

$$\Phi_{\text{ч}} = \Phi_{\text{т}} + \text{П} + \text{Д}_{\text{ч}} = (\Phi_{\text{сд}} + \Phi_{\text{пов}}) + \text{П} + \text{Д}_{\text{ч}},$$

где $\Phi_{\text{т}}$ — тарифный фонд заработной платы; П — планируемая премия за выполнение месячного задания; $\text{Д}_{\text{ч}}$ — доплата за работу в ночное время и другие часовые доплаты (ночное время с 22 до 6 ч). Доплаты за работу в ночное время при работе цеха в две смены берутся в размере 1,5...2%, а при работе цеха в три смены — 3...4% к тарифному фонду заработной платы.

Дневной фонд заработной платы определяется по формуле

$$\Phi_{\text{дн}} = \Phi_{\text{ч}} + \text{Д}_{\text{дн}},$$

где $\text{Д}_{\text{дн}}$ — доплата за сокращенный день подросткам и кормящим матерям.

Дневные доплаты берутся в процентах от часового фонда заработной платы по данным предприятия, на котором дипломник проходит практику.

Квартальный (месячный, годовой) фонд заработной платы вычисляется таким образом:

$$\Phi_{\text{кв}} = \Phi_{\text{дн}} + \text{Д}_{\text{кв}},$$

где $\text{Д}_{\text{кв}}$ — квартальные (месячные, годовые) доплаты; берутся по данным предприятия за квартал, месяц или год в зависимости от планового периода времени. Соответственно величине планового периода берется и дневной фонд заработной платы.

Среднемесячная заработная плата одного основного рабочего определяется по формуле

$$Z_{\text{ср о}} = (\Phi_{\text{кв}} + \Pi_{\text{фмл}}) / M m_o,$$

где $\Phi_{\text{кв}}$ — квартальный (месячный, годовой) фонд заработной платы основных производственных рабочих, р.; $\Phi_{\text{фмл}}$ — премии из фонда материального поощрения (берутся согласно подразд. 6.3), р.; M — количество месяцев в планируемом периоде; m_o — среднесписочный состав основных производственных рабочих.

На радиотехническом предприятии возможны три формы оплаты труда вспомогательных рабочих: повременная, окладная и косвенная сдельная.

Часть вспомогательных рабочих: контролеры, электромонтеры, прибористы, шорники, наладчики, слесари ППР и другие — оплачиваются по тарифной системе повременно. Их фонд заработной платы определяется по формуле

$$\Phi_{\text{твп}} = m_{\text{пов}} \Phi_{\text{пол}} C_1 K_{\text{ср}},$$

где $\Phi_{\text{твп}}$ — тарифная заработная плата вспомогательных рабочих с повременной оплатой труда; $m_{\text{пов}}$ — количество вспомогательных рабочих-повременщиков; $\Phi_{\text{пол}}$ — полезный фонд времени вспомогательного рабочего; C_1 — тарифная ставка рабочего первого разряда с повременной оплатой труда; $K_{\text{ср}}$ — средний тарифный коэффициент.

Квартальный, месячный, годовой, дневной и часовой фонды заработной платы вспомогательных рабочих-повременщиков рассчитываются так же, как и для основных производственных рабочих.

Часть вспомогательных рабочих: кладовщики, распреды и др. — оплачиваются по окладной системе. В этом случае их квартальный (месячный, годовой) фонд заработной платы будет равен

$$\Phi_{\text{кво}} = m_{\text{во}} MO K_{\text{пр}} - D_{\text{сс}},$$

где $m_{\text{во}}$ — количество вспомогательных рабочих, оплачиваемых по окладной системе; M — количество месяцев в планируемом периоде; O — месячный оклад рабочего, р.; $K_{\text{пр}}$ — коэффициент премий; $D_{\text{сс}}$ — доплаты, связанные с оплатой по больничным, р.

При определении организации работ ряд вспомогательных рабочих может оплачиваться по косвенной сдельной оплате труда, то есть когда их оплата труда зависит от выработки обслуживаемых ими основных производственных рабочих.

Выбор формы оплаты труда вспомогательных рабочих определяется условиями конкретного производства на предприятии, либо самим дипломником с соответствующим экономическим обоснованием.

Среднемесячная зарплата одного вспомогательного рабочего равна

$$Z_{ср\ в} = (\Phi_{кв\ в\сп} + \Pi_{ф\мл}) / M_{т\ в\сп},$$

где $\Phi_{кв\ в\сп}$ — квартальный (месячный, годовой) фонд зарплаты вспомогательных рабочих; M — количество месяцев в планируемом периоде; $m_{в\сп}$ — количество вспомогательных рабочих.

Фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП определяется исходя из штатного расписания и величины окладов по формуле

$$\Phi_{итр} = M \sum_{i=1}^l m_i O_i,$$

где M — количество месяцев в планируемом периоде; m_i — количество работников i -й должности; O_i — оклад работника i -й должности; l — номенклатура должностей (берется по штатному расписанию предприятия или определяется расчетами).

Премии ИТР, служащим и МОП планируются из фонда материального поощрения предприятия, на котором студент проходит преддипломную практику. Оплата отпусков и времени выполнения гособязанностей не планируется, поскольку оплата осуществляется за полный плановый период.

6.2.3. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Уровень производительности труда отражается выработкой, которая может планироваться в расчете на одного основного производственного рабочего ($b_{ор}$), одного рабочего (b_p) и одного работающего ($b_в$) по следующим формулам:

$$b_{ор} = V/m_{ор} = ЧП/m_{ор};$$

$$b_p = V/(m_{ор} + m_{в\сп}) = ЧП/(m_{ор} + m_{в\сп});$$

$$b_в = V/(m_{ор} + m_{в\сп} + m_{итр}) = ЧП/(m_{ор} + m_{в\сп} + m_{итр}),$$

где V — объем валовой продукции, н-ч; $m_{ор}$ — количество основных производственных рабочих, чел.; $ЧП$ — чистая продукция, р.; $m_{в\сп}$ — количество вспомогательных рабочих, чел.; $m_{итр}$ — количество ИТР, служащих и МОП, чел.

6.3. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ, ПРИБЫЛИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Себестоимость, прибыль и рентабельность являются основными обобщающими показателями производственной деятельности цеха (участка), работающего на принципах хозяйственного расчета. Их определению и обоснованию в дипломном проекте уделяется особое внимание.

Методы определения себестоимости изготовления изделий подробно изложены в 3.1 настоящего пособия, поэтому в настоящем разделе нет смысла повторять рассмотрение данного вопроса. Основное внимание здесь будет уделено формированию внутрипроизводственной цены для реализации хозяйственных отношений между цехами, способам формирования и распределения прибыли и дохода и расчету рентабельности выпускаемой продукции цеха (участка).

6.3.1. РАСЧЕТ ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЦЕНЫ

Внутрипроизводственные цены устанавливаются на определенный срок (примерно два года) и остаются неизменными в течение этого периода. Их пересмотр или уточнение, полное или частичное, производится при следующих условиях:

- изменение оптовых цен на выпускаемую продукцию;
- существенные конструктивные изменения выпускаемой продукции, изменение технологии или производственной операции между предприятиями;
- изменение порядка и сроков погашения расходов по освоению новых видов продуктов и полуфабрикатов;
- пересмотр цен на сырье, топливо, тарифов на энергию и перевозки.

Основой для расчета внутрипроизводственных цен являются нормативы трудоемкости, которые выбираются по журналу норм, составляемому в полном соответствии со спецификой выпускаемых изделий. При расчете внутрипроизводственных цен необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

сумма полной себестоимости по всем деталям и узлам, выпускаемым цехами предприятия, составляет себестоимость изделия, принятую в расчете оптовой цены предприятия;

если цехи предприятия используют узлы, детали, заготовки и полуфабрикаты смежных цехов, то их стоимость включается в себестоимость деталей и узлов данного цеха, т. е. цена формируется нарастающим итогом по технологическому циклу изготовления изделия.

Внутрипроизводственная цена продукции и услуг подразделения определяется как сумма показателей:

нормативная себестоимость изготовления, которая устанавливается прямым счетом с учетом внутрипроизводственных цен подразделений поставщиков;

плата за производственные фонды, устанавливаемая пропорционально балансовой стоимости основных фондов и нормируемых оборотных средств;

плата за трудовые ресурсы, которая определяется пропорционально среднесписочной численности работающих в цехе;

материальное поощрение (устанавливается пропорционально заработной плате).

Для расчета внутрипроизводственной цены необходимо использовать данные:

а) из отчетов о производственной и хозяйственной деятельности цеха: производственная программа в машино- или приборокомплектах в i -м плановом периоде для j -го подразделения — X_{ji} ; материальные затраты производства с расшифровкой элементов: материалы основные, покупные полуфабрикаты, полуфабрикаты других подразделений своего завода, ПКИ; затраты, связанные с восстановлением брака; балансовая стоимость основных производственных фондов; величина оборотных средств; списочная численность работающих; фонд заработной платы (с учетом доплат) основных производственных рабочих; цеховые расходы; расходы на эксплуатацию и содержание оборудования; норматив платы за производственные фонды; норматив платы за трудовые ресурсы; непроизводственные расходы;

б) из конструкторской документации: применяемость деталей сборочных единиц (ДСЕ) в изделиях, находящихся в плане производства;

в) из технологической документации: номенклатурно-цеховой список ДСЕ и услуг; межцеховой (межбригадный) маршрут изготовления ДСЕ, выполнения услуг; коэффициенты внутрипроизводственного потребления ДСЕ; нормы расхода материалов на ДСЕ;

г) из каталога цен: оптовые цены на материалы; д) из журнала норм: трудоемкость изготовления ДСЕ, выполнения услуг; станкоемкость (аппаратуроемкость) изготовления ДСЕ, выполнения услуг; расценки на выполнение операции при изготовлении ДСЕ, оказании услуг.

Внутрипроизводственная цена машино- или приборокомплекта в j -м подразделении определится по формуле

$$C_{\text{вн}} = T_{pj}/X_j,$$

где T_{pj} — объем реализуемой продукции j -го подразделения, р.; X_j — производственная программа j -го подразделения, шт.

Объем реализуемой продукции цеха (участка) вычислится следующим образом:

$$T_{pj} = \left[\frac{\sum_{i=1}^M (C_{ji} + 0,5 \text{ НР}_{ji} + \text{ФМП}_{ji})}{\sum_{i=1}^M X_{\phi ji}} \right] X_j + \text{П}_{\phi j} + \text{П}_{\text{тр}j},$$

где C_{ji} — сметная стоимость всех затрат j -го подразделения в i -м плановом периоде; НР_{ji} — непроизводственные расходы j -го подразделения в i -м плановом периоде; ФМП_{ji} — фонд материального поощрения j -го подразделения в i -м плановом периоде; $X_{\phi ji}$ — фактическое выполнение плана j -м подразделением в i -м плановом периоде; $\text{П}_{\phi j}$ — плата за производственные фонды j -го подразделения; $\text{П}_{\text{тр}j}$ — плата за трудовые ресурсы j -го подразделения; M — количество рассматриваемых плановых периодов.

Плата за производственные фонды устанавливается на уровне принятого норматива δ в процентах от их стоимости (берется средняя стоимость):

$$\text{П}_{\phi j} = \frac{\delta}{100} (\overline{\text{Ф}}_{\phi ji} + \overline{\text{ОС}}_{ji}),$$

где δ — норматив платы за производственные фонды (в дипломном проекте можно принять равным 6%, но обычно берется по данным предприятия), %; $\overline{\text{Ф}}_{\phi ji}$ — усредненная балансовая стоимость основных фондов j -го подразделения в i -м плановом периоде; $\overline{\text{ОС}}_{ji}$ — усредненная величина оборотных средств j -го подразделения в i -м плановом периоде.

Усредненная балансовая стоимость основных производственных фондов определяется по формуле

$$\overline{\text{Ф}}_{\phi ji} = \text{Ф}_{\text{н}ji} + \frac{\text{Ф}_{\text{вв}ji} q_1}{12} - \frac{\text{Ф}_{\text{выб}ji} q_2}{12},$$

где $\text{Ф}_{\text{н}ji}$ — балансовая стоимость основных фондов j -го подразделения на начало планового периода; $\text{Ф}_{\text{вв}ji}$ — балансовая стоимость основных фондов, вновь введенных в плановом периоде; $\text{Ф}_{\text{выб}ji}$ — балансовая стоимость основных фондов, выбывших в плановом периоде; q_1 — количество месяцев, в течение которых работали вновь введенные основные фонды; q_2 — количество месяцев, в течение которых не работали выведенные из производства основные фонды.

Усредненная стоимость оборотных средств определится по формуле

$$\overline{OC}_{ji} = \frac{(OC_1 + OC_{13})0,5 + OC_2 + OC_3 + \dots + OC_{12}}{12},$$

где $OC_1, OC_2, \dots, OC_{12}$ — величина оборотных средств на начало соответствующего месяца в плановом периоде; OC_{13} — величина оборотных средств на начало следующего года.

Плата за трудовые ресурсы устанавливается на уровне норматива ρ , принятого для данного региона, за каждого среднесписочного работающего в подразделении (для Самары в настоящее время $\rho = 300$ р./чел.). Тогда размер платы за трудовые ресурсы подразделением определится по формуле

$$\Pi_{тpji} = \rho \frac{\sum_{i=1}^M \bar{m}_{ji}}{M},$$

Внутрипроизводственная цена k -й продукции в j -м подразделении устанавливается по формуле

$$Ц_{внкj} = Ц_{внк(j-1)} + C_{нкj} + \Phi МП_{kj} + 1 \Pi_{фkj} + \Pi_{тp kj},$$

где $Ц_{внк(j-1)}$ — внутрипроизводственная цена основных материалов, покупных полуфабрикатов, полуфабрикатов собственного производства (своего предприятия, но других подразделений), ПКИ, которые используются для изготовления k -го вида продукции в j -м подразделении; $C_{нкj}$ — нормативная себестоимость изготовления k -й продукции в j -м подразделении без учета затрат на основные материалы, полуфабрикаты и ПКИ; $\Phi МП_{kj}$ — часть фонда материального поощрения j -го подразделения, изготавливающего k -ю продукцию (деталесборочную единицу); $\Pi_{фkj}$ — плата за фонды j -го подразделения, производящего k -е изделие; $\Pi_{тp kj}$ — плата за трудовые ресурсы j -го подразделения при изготовлении k -го изделия.

Нормативная себестоимость изготовления k -й продукции в j -м подразделении определится по формуле

$$C_{нкj} = P_{kj} \left(1 + \frac{1}{100} \sum_{n=1}^{15} K_n \right),$$

где P_{kj} — расценка на изготовление k -й продукции (берется из журнала норм предприятия); K_1 — процент суммы премии к основной заработной плате основных производственных рабочих; K_2 — процент затрат на изготовление оснастки; K_3 — на заработную плату прочих категорий работающих в под-

разделений кроме основных производственных рабочих; K_4 — на вспомогательные материалы; K_5 — на электроэнергию; K_6 — на материалы по статье завхоза; K_7 — на топливо; K_8 — на запчасти; K_9 — на износ инструмента; K_{10} — на услуги других предприятий; K_{11} — на износ спецодежды; K_{12} — на износ малоценного инвентаря; K_{13} — процент отчислений на амортизацию оборудования и аппаратуры; K_{14} — отчислений на амортизацию зданий; K_{15} — процент затрат на прочие расходы в подразделении.

Фонд материального поощрения определяется по формуле

$$\Phi \text{МП}_{kj} = \frac{P_{kj}}{\Phi \text{ЗП}_{прj}} \Phi \text{МП}_j,$$

где $\Phi \text{МП}_{kj}$ — часть фонда материального поощрения в j -м подразделении, включаемая во внутрипроизводственную цену k -й продукции; $\Phi \text{МП}_j$ — нормативная величина фонда материального поощрения j -го подразделения; P_{kj} — расценка на изготовление k -й продукции в j -м подразделении; $\Phi \text{ЗП}_{прj}$ — плановая величина фонда заработной платы основных производственных рабочих в j -м подразделении.

Часть платы за производственные фонды, включаемая во внутрипроизводственную цену k -й продукции, вычисляется по формуле

$$\Pi_{\phi kj} = \frac{P_{kj}}{\Phi \text{ЗП}_{прj}} \Pi_{\phi j},$$

где $\Pi_{\phi j}$ — нормативная величина платы за фонды j -м подразделением.

Часть платы за трудовые ресурсы, включаемая во внутрипроизводственную цену k -й продукции, рассчитывается следующим образом:

$$\Pi_{\text{тp}kj} = \frac{P_{kj}}{\Phi \text{ЗП}_{пj}} \Pi_{\text{тp}j},$$

где $\Pi_{\text{тp}j}$ — нормативная величина платы за трудовые ресурсы j -м подразделением.

Внутрипроизводственная расчетная цена любого машино- или приборокомплекта является суммой внутрипроизводственных цен k -х деталей, составляющих комплект, с учетом их применяемости и коэффициента внутрипроизводственного потребления:

$$\text{Ц}_{мпj} = \sum_{k=\Gamma}^S \text{Ц}_{\text{вн}kj} a_k (1 + K_{\text{вп}kj}),$$

где S — количество k -х деталей и машино- или приборо-

комплексе; a_k — применяемость k -х деталей, находящихся в плане производства; $K_{впкj}$ — коэффициент внутрипроизводственного потребления k -х деталей в j -м подразделении.

6.3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИБЫЛИ И ДОХОДА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Величина прибыли и дохода подразделения предприятия определяется принятой в нем формой хозяйственного расчета. В настоящем пособии предлагаются три способа распределения выручки и образования, а также распределения валового дохода (см. табл. 33, рис. 14, 15, 16). В приведенных формах проценты отчислений от прибыли берутся по данным предприятия. При использовании на предприятии других форм хозяйственного расчета также следует использовать данные предприятия.

Таблица 33

Схема распределения выручки подразделения

Выручка — стоимость произведенной и сданной потребителю продукции и услуг				
Прибыль	Заработная плата	Материальные затраты	Содержание и эксплуатация оборудования	Цеховые расходы без зарплаты аппарата управления и прочего персонала
Валовой доход				

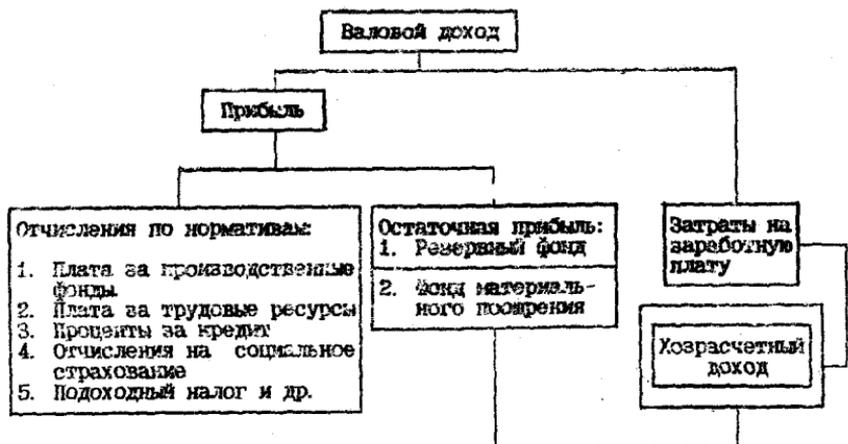


Рис. 14. Распределение валового дохода подразделения при использовании первой формы хозяйственного расчета

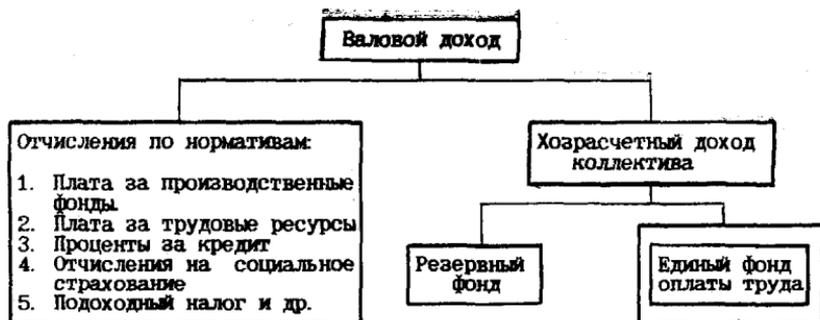


Рис. 15. Распределение валового дохода подразделения при использовании второй формы хозяйственного расчета

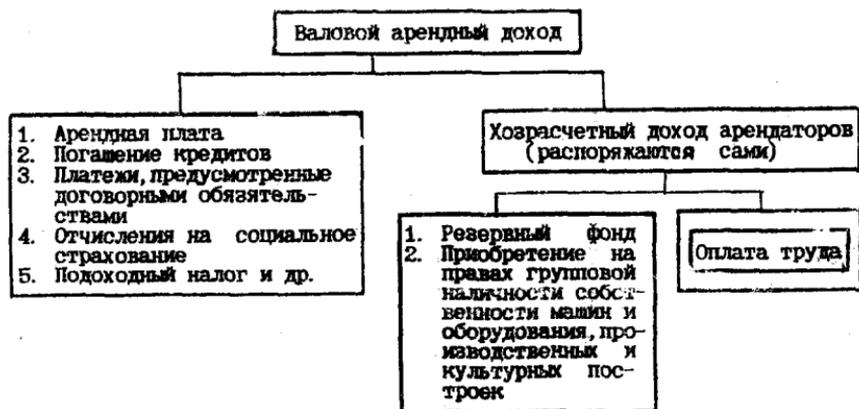


Рис. 16. Распределение валового дохода подразделения при использовании третьей формы хозяйственного расчета (аренды)

6.3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Рентабельность работы подразделения можно определить по формуле

$$R_{ji} = \frac{П_{ji}}{\bar{\Phi}_{oji} + \overline{OC}_{ji}} \cdot 100\% = \frac{ВД_{ji} - \Phi ЗП_{ji}}{\bar{\Phi}_{oji} + \overline{OC}_{ji}},$$

где $П_{ji}$ — прибыль подразделения, тыс. р.; $ВД_{ji}$ — валовой доход подразделения, тыс. р.; $\Phi ЗП_{ji}$ — фонд заработной платы подразделения, тыс. р.; $\bar{\Phi}_{oji}$ — среднегодовая стоимость основных фондов подразделения, тыс. р.; \overline{OC}_{ji} — среднегодовая стоимость оборотных средств подразделения, тыс. р.

**6.4. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ
ЦЕХА (УЧАСТКА)**

Разработка экономических вопросов проектирования цеха (участка) заканчивается составлением сводной таблицы ТЭП запроектированного цеха (участка) и их анализом. Примерная форма таблицы ТЭП цеха (участка) дана в табл. 34.

Таблица 34

*Технико-экономические показатели
работы цеха (участка)*

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Годовой выпуск продукции	тыс. р. м/к (п/к) н-ч	
Среднегодовая стоимость основных производственных фондов	тыс. р.	
Среднегодовая стоимость оборотных средств	—>—	
Общая площадь цеха (участка)	м ²	
В том числе:		
производственная		
бытовые помещения		
Фондоотдача	р./р	
Фондоёмкость	—>—	
Общее количество работающих	чел.	
В том числе:		
основные рабочие		
вспомогательные рабочие		
ИТР		
служащие		
МОП		
Общий фонд заработной платы	тыс. р.	
В том числе:		
основные рабочие		
вспомогательные рабочие		
ИТР		
служащие		
МОП		

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Средняя месячная зарплата	р.	
В том числе:		
основных рабочих		
вспомогательных рабочих		
ИТР		
служащих		
МОП		
Выработка на одного основного рабочего	р./чел.	
Выработка на одного рабочего	—>—	
Выработка на одного работающего	—>—	
Себестоимость единицы продукции	р.	
Внутрипроизводственная цена единицы продукции	—>—	
Валовый доход	тыс. р.	
Прибыль	—>—	
Рентабельность	%	

При анализе ТЭП работы цеха (участка) необходимо относительные показатели спроектированного цеха (участка) сравнить с аналогичными показателями аналогичного цеха (участка) завода. Дипломник должен обосновать, за счет каких мероприятий он улучшил ТЭП: фондоемкость, фондотдачу, валовый доход, прибыль, рентабельность, выработку.

6.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕХЕ (НА УЧАСТКЕ)

Вопросы организации производства разрабатываются в дипломном проекте в следующем порядке: выбор типа производства; нормирование операций; синхронизация операций; выбор формы организации производства и вида поточной линии; расчет поточной линии; разработка научной организации труда на рабочих местах.

Выбор типа производства. При выборе типа производства дипломник ориентируется на следующие данные: производство массовое, если за рабочим местом закреплены 1—2 операции; крупносерийное — 3—4 операции; среднесерийное — 5—8; мелкосерийное — 9—15; единичное — более 15.

Для определения количества операций, закрепляемых за рабочим местом, общее количество операций в цехе (на участке) делят на количество рабочих мест.

Нормирование операций. В пояснительной записке обычно нет возможности рассчитать технически обоснованные нормы времени на все операции, выполняемые в цехе (на участке). Поэтому обычно вычисляют технически обоснованные нормы времени только на двух—трех наиболее характерных операциях для разработанного технологического процесса. А нормы времени на все прочие операции технологического процесса получают путем корректировки действующих заводских норм на коэффициент ужесточения ($K_{уж}$), который определяется делением суммы норм времени подробно пронормированных операций на сумму нормированного времени на те же операции в действующем производстве. Например, дипломник пронормировал подробно три операции и получил общую сумму времени 20 минут. Сумма нормированного времени на те же операции в действующем производстве равна 40 минутам. Тогда $K_{уж} = 20/40 = 0,5$.

При нормировании известными методами: расчетным путем по техническим характеристикам оборудования и приборов, по общесоюзным или заводским справочникам, методами наблюдений и др. — рассчитываются все составляющие нормы времени: основное время, вспомогательное время (или сумма этих времен, называемая оперативным временем, если нормируются процессы в цехах сборки радиоизделий), время на обслуживание, на отдых и естественные надобности, подготовительно-заключительное время. Затем в зависимости от типа производства определяется штучное (для массового, крупносерийного и среднесерийного производства) или штучно-калькуляционное время (для единичного и мелкосерийного производства).

При выборе операций для технического нормирования руководствуются следующими соображениями. Так как $K_{уж}$ должен быть по своей сути средним коэффициентом, учитывающим неодинаковую степень совершенствования операций в запроектированном процессе по отношению к действующему процессу, то для этого необходимо получить данные о нормах времени для каждой из трех характерных групп операций: *первая группа* — операции, трудоемкость которых значительно сократилась в результате проведения технических новшеств; *вторая группа* — операции, для которых проведены менее существенные изменения, и это привело к меньшему сокращению трудоемкости их выполнения; *третья группа* включает в себя операции, практически не претерпевшие

изменений, что привело к незначительному изменению норм времени на их выполнение.

Синхронизация операций. Чтобы выполнить данный процесс, необходимо определить ритм выпуска продукции. Для этого полезный фонд времени работы участка, поточной линии делится на программу запуска. Далее производится синхронизация операций, при которой время выполнения операций изменяют таким образом, чтобы оно стало равным или кратным ритму.

Синхронизация операций необходима для того, чтобы иметь возможность выбрать более эффективные формы организации производственного процесса. Синхронизацию можно выполнить двумя способами: организационным и техническим. Суть организационного способа заключается в делении операций на переходы и перераспределение этих переходов между операциями (если это возможно) таким образом, чтобы сделать время выполнения операций равным или кратным полученному ритму. Суть технического способа синхронизации операций заключается в том, чтобы сделать время выполнения операций равным или кратным ритму путем применения на операциях более или менее производительного оборудования или аппаратуры.

Далеко не всегда возможно провести полную синхронизацию операций, особенно для среднесерийного, мелкосерийного и единичного производства.

Выбор формы организации производства и поточной линии. Формы организации производства могут быть различными: непоточная форма организации производства с различными видами движения предметов труда в производстве (последовательным, параллельным и параллельно-последовательным);

поточная форма организации производства. При этом могут быть выбраны в зависимости от типа производства и синхронизации операций однопредметные (прерывные и непрерывные) поточные линии, многопредметные (постоянные, переменные, прерывные и непрерывные), групповые поточные линии (с математической моделью Парамонова или Петрова); автоматические, роторные линии и др.;

гибкие производственные линии и системы.

Расчет поточной линии. Он производится в соответствии с выбранным типом. В связи с тем, что методы расчета поточных линий подробно описаны в учебной и научной литературе и представляют собой весьма сложные и объемные расчеты, в настоящем пособии их описывать нецелесообразно.

Разработка научной организации труда на рабочих местах. По согласованию с консультантом по экономике в дипломном проекте могут быть проведены тщательное изучение, анализ и разработка научной организации труда на отдельном рабочем месте или в целом на участке или в цехе согласно основным направлениям НОТ на производстве: изучение, анализ и разработка эффективного рабочего процесса; стандартизация или специализация используемого инструмента или оснастки; рациональное размещение и планировка рабочих мест; создание комфортабельных условий труда; регламентация труда и отдыха; обслуживание рабочих мест; организация заработной платы; рациональное разделение и кооперация труда; организация социалистического соревнования; организация технического нормирования труда и др.

6.6. ГИБКИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА И СИСТЕМЫ

6.6.1. ПОНЯТИЕ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Важнейшим направлением автоматизации производственных процессов в условиях единичного и мелкосерийного производства (которое в настоящий момент в радиотехнической и электронной промышленности составляет примерно 70...80% от общего объема производства) является внедрение гибких производственных систем (ГПС). ГПС в определенной степени помогают решать противоречия, возникающие между единичным характером производства изделий и необходимостью массового применения однотипных операций для обеспечения минимальных затрат на выпуск продукции, сроков и трудоемкости изготовления.

В основе ГПС лежит использование технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), гибких производственных модулей (ГПМ), промышленных роботов (ПР) и других механизмов, разрабатываемых и функционирующих в качестве относительно автономных производственных единиц — ГПМ, координируемых как единое целое многоуровневой системы управления. Данная система обеспечивает изменение программы функционирования подсистем ГПС и тем самым — быструю перестройку технологии изготовления при смене объектов производства. При этом меняется суть организации производства микроэлектронной аппаратуры;

оно становится быстроперенастраиваемым практически при равных затратах усилий на выпуск серийных, мелкосерийных и единичных изделий;

производственный процесс протекает на основе безлюдной технологии и в течение суток, что повышает полезную загрузку технологического оборудования;

труд рабочего становится более творческим, так как человек освобождается от утомительного однообразного труда;

сложная программа управления, разработанная для нового изделия, может тиражироваться и внедряться на аналогичные ГПС по всей стране.

6.6.2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГПС

Расчет экономической эффективности ГПС зависит от организационно-технического уровня заменяемого производства радиотехнической и электронной аппаратуры. Если ГПС заменяет универсальное оборудование, то определяющими факторами экономии являются повышение производительности труда (в 4—6 раз и более) и высвобождение рабочих-станочников. Если ГПС заменяет автономно эксплуатируемые станки с ЧПУ, то определяющим фактором экономической эффективности становится повышение машинного времени работы оборудования.

Поскольку в настоящее время изменение парка оборудования осуществляется, как правило, на основе станков с ЧПУ, то эффективность ГПС будем рассматривать только в сопоставлении с автономно эксплуатируемыми станками с ЧПУ. При этом в ходе расчетов определяются: дополнительные расходы при переходе к ГПС; рациональные объемы партий изготавливаемых изделий и времени их обработки; изменение количества производственного и обслуживающего персонала; предполагаемая экономия.

Решение этих вопросов рассмотрим на примере создания ГПС типа АЛП-3-2 для производства корпусных изделий радиоэлектронной аппаратуры. Эта ГПС подробно описана в [41, § 2.1]. Комплекс АЛП-3-2 предназначен для механической обработки более 70 наименований корпусных деталей и включает 8 станков трех различных моделей. Управляет работой комплекса ЭВМ СМ-2М.

ГПС целесообразно создавать в первую очередь для изготовления деталей, при выпуске которых в действующем производстве на автономно эксплуатируемых станках с ЧПУ имеются большие потери, связанные с переналадкой оборудования с ЧПУ и вложениями оборотных средств в незавер-

шенном производстве. Переналадка оборудования с ЧПУ осуществляется при переходе на обработку новой детали. При этом необходимо удалить со станка приспособление для закрепления заготовки ранее обработавшейся детали и имеющийся набор инструмента, установить новое приспособление, подобрать и установить в инструментальный магазин станка набор инструмента, необходимый для изготовления новой детали и т. д.

Расчеты показывают, что потери переналадки, приходящиеся на одну деталь, обратно пропорциональны длительности сроков запуска партии и годовой программе выпуска деталей и будут особенно ощутимы при частом запуске партий и мелкосерийном выпуске деталей.

Например, как указано в работе [41], при изготовлении детали с машинным временем обработки 1,5 ч и годовой программой выпуска $N=300$ шт. в год при ежемесячном запуске партии потери превышают стоимость механообработки (зарплата и накладные расходы). При мелкосерийной программе выпуска (30 шт. в год) и любых сроках запуска партий, вплоть до одного раза в год, потери превышают стоимость механообработки; при квартальном запуске потери в три раза превышают стоимость механообработки; еще больше они возрастают при дальнейшем сокращении сроков запуска. Потери от связывания оборотных средств в НЗП пропорциональны сроку запуска партии и будут особенно существенны при редком запуске партий и высокой стоимости детали.

Оснащение оборудования в ГПС разветвленной системой диагностики неисправностей, автоматизированными системами контроля качества обработки и состояния инструмента позволяет расширить многостаночное обслуживание, а также выполнять основные подготовительные работы в первую смену, эксплуатировать оборудование во вторую и третью смены с небольшим штатом дежурных и даже в отсутствие таковых. При этом предполагается, что емкость накопителя спутников и накопителя инструмента достаточны для загрузки оборудования в одну—две смены без вмешательства человека.

Данные, приведенные на рис. 17, указывают на возможность повышения эффективности использования оборудования при объединении его в ГПС на 65% по времени путем работы в третью смену без присутствия человека (1260 ч), работы во время обеденных перерывов (250 ч), сокращения времени на организационные проблемы (200 ч), более быстрой переналадки оборудования (175 ч). При этом следует учесть, что не используется огромный резерв времени —

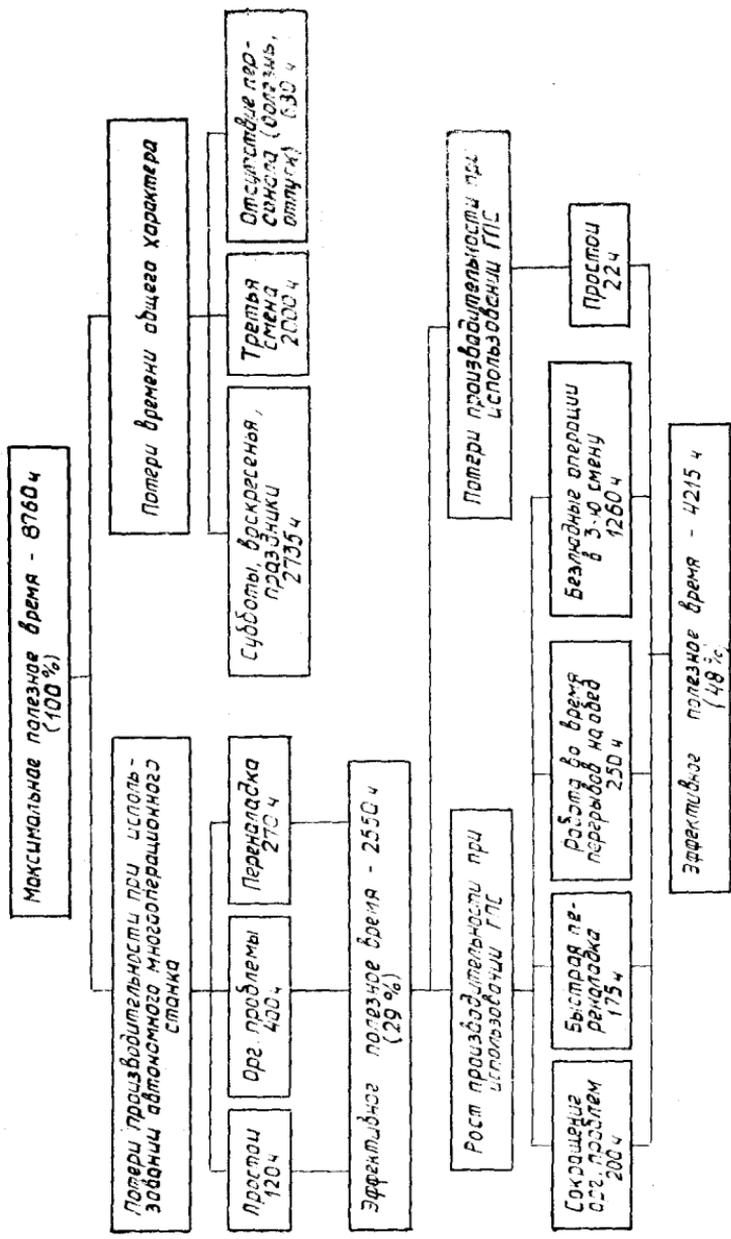


Рис. 17. Структура затрат времени в ГПС

2735 ч в год, — который составляют субботные, воскресные и праздничные дни.

Таким образом, главными источниками экономической эффективности при объединении станков с ЧПУ в ГПС являются:

повышение коэффициента использования станков с 0,4...0,6 до 0,85...0,9;

увеличение коэффициента сменности с 1,3...1,6 до 2...3;

уменьшение вложений в оборотные фонды из-за сокращения в несколько раз производственного цикла (например, с 45 до 6 дней в случае внедрения АЛП-3-2), что приводит к снижению величины незавершенного производства;

снижение численности производственного и обслуживающего персонала;

практическая реализация «безлюдной» технологии обработки, заключающаяся в том, что благодаря необходимому запасу заготовок на спутниках и инструментах в соответствующих накопителях ГПС весь персонал работает главным образом в первую, наиболее удобную смену, а во вторую и третью смены работают лишь наблюдатели из числа производственного персонала. Спутник является признаком ГПС — это технологическое приспособление, на котором производится обработка деталей. По мере достижения необходимой надежности функционирования всех элементов ГПС, оснащения системами автоматизированного контроля качества обработки деталей, состояния инструмента, диагностики неисправностей оборудования вторая и третья смены станут «безлюдными».

Показатели экономической эффективности внедрения ГПС АЛП-3-2 в сопоставлении с одинаковыми входящими в ГПС автономно эксплуатируемыми многооперационными станками с ЧПУ при равных объемах выпуска продукции приведены в табл. 35. В ней представлены данные затрат и достигаемой экономии для работы в две и три смены. Расчеты выполнены при условии изготовления корпусных деталей с машинным временем обработки 6 часов, включающим 4 установка, которые требуют 60 инструментов, в том числе сложный инструмент, при 50 деталях в партии. Среднее время замены одного инструмента в магазине составляет 3 мин, наладки одного инструмента — 20—30 мин, снятия и установки заготовки в приспособление — 5 мин, смены спутника при автоматизированной транспортной системе — 1 мин. Принятая стойкость инструмента обеспечивает изготовление 30 деталей. Коэффициент сменности при автономной эксплуатации станков с ЧПУ в две смены принят равным

Таблица 35

*Экономическая эффективность использования ГПС
АЛП-3-2 относительно автономно эксплуатируемых
станков с ЧПУ, тыс. р.*

Показатели	Работа в две смены		Работа в три смены	
	АЛП-3-2	Многооперационные станки	АЛП-3-2	Многооперационные станки
Капитальные единовременные затраты Капитальные вложения в станки	1280	2560	1280	2720
Управляющий вычислительный комплекс	375	—	375	—
Межстаночный транспорт	380	25	380	25
Единовременные вложения в оборотные фонды	9	71	13	105
Итого:	2044	2656	2048	2850
Экономия в год				
Капиталовложения в станки	1280	—	1440	—
Единовременные вложения в оборотные фонды	62	—	93	—
Зарботная плата по производственному и обслуживающему персоналу	93	—	122	—
Годовой экономический эффект от применения ГПС	540	—	700	—

1,6, а в три смены 2,2; коэффициент загрузки станков и производственный цикл обработки деталей при работе в две и три смены одинаковы. При расчете капитальных вложений в станки имеется в виду, что равные объемы выпуска продукции с ГПС АЛП-3-2, включающего 8 станков, достигаются на 16 автономно эксплуатируемых многооперационных станках, аналогичных включенным в комплекс, при работе в две смены и 17 станках при работе в три смены. Приня-

тые в расчетах экономической эффективности данные по персоналу, обеспечивающему эксплуатацию многооперационных станков и ГПС АЛП-3-2, приведены в табл. 36. Примерно равные затраты на эксплуатацию автономных станков с ЧПУ и ГПС (стоимость инструмента и инструментальной оснастки, занимаемых производственных площадей и т. п.) не учитывались.

Таблица 36

Сравнительные данные по персоналу, обеспечивающему эксплуатацию многооперационных станков и ГПС АЛП-3-2 (при равных объемах выпуска)

Показатели	Автономные многооперационные станки	АЛП-3-2	Экономия
<i>Работа в две смены</i>			
Количество производственного и обслуживающего персонала, чел.	70	40	30
Годовая зарплата персонала, тыс. р.	202,4	108,8	93,6
<i>Работа в три смены</i>			
Количество производственного и обслуживающего персонала, чел.	91	47	44
Годовая зарплата персонала, тыс. р.	250,2	128	122,2

Эффективность применения ГПС в сравнении с автономно эксплуатируемыми единицами оборудования с ЧПУ складывается в основном из трех частей:

экономия основных фондов на приобретение оборудования за счет сокращения его потребного количества (в комплексе АЛП-3-2 используется 8 станков вместо 16);

экономия фонда заработной платы в связи с сокращением состава производственного и обслуживающего персонала (с 70 до 40 человек при переходе к комплексу АЛП-3-2 и работе в две смены);

экономия оборотных средств благодаря сокращению производственного цикла изготовления продукции, ее партионности, необходимых запасов и т. д.

В результате годовой экономический эффект при использовании ГПС АЛП-3-2 при работе в две смены составляет 540 тыс. р., а при работе в три смены — 700 тыс. р.

6.6.3. СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Такое сравнение необходимо всегда проводить применительно к конкретным объектам автоматизации. При этом целесообразно сопоставлять следующие формы автоматизации:

автономно эксплуатируемые три станка с ЧПУ новейшей конструкции, оснащенные двухпозиционным устройством автоматической подачи заготовки на стол станка и удаления детали;

два станка, аналогичные предыдущим, оснащенные накопителем на 16 спутников каждый;

такие же два станка, объединенные в ГПС.

Основные данные указанных форм автоматизации приведены в табл. 37.

Таблица 37

Сравнительные данные различных форм автоматизации

Показатели	Три много- операцион. станка с ав- томатическ. сменной спутников	Два много- операцион. станка с на- копителем спутников	ГПС из двух станков
Количество станков	3	2	2
Количество инструмента	3×30	2×60	200
Количество мест под заготовки	3×2	2×16	32
Число обслуживающего персонала в смену	3	1	1
Автоматический контроль состояния инструмента	Нет	Есть	Есть
Автоматическое управление сменной инструмента	Нет	Есть	Есть
Число одновременно обрабатываемых установов	3×1	2×2	8
Переоснастка при переходе на другой установ	После одного установа	После двух установов	Во время произ- водства
Капиталовложения, тыс. р.	828	834	900
Затраты на единицу продукции, р./ед.	22,7	17,3	14,5
Относительный показатель затрат	100	76	64

Расчет показывает, что применение ГПС дает наибольшую экономию, причем стоимость изготовления одной детали на ГПС составляет 64% от ее стоимости на автономно эксплуатируемых станках с ЧПУ, несмотря на несколько большую стоимость ГПС. Основными статьями экономии являются более эффективное использование машинного времени и людского потенциала. Экономия будет тем больше, чем меньше запускаемая в изготовление партия деталей и короче машинное время обработки. Особенно необходимо подчеркнуть целесообразность индивидуальной автоматической замены инструмента в магазине, способствующей росту гибкости производства, сокращению запасов инструмента на складе (относительно замены сразу полностью набора инструментов при смене обрабатываемой детали — установка) и сокращения размера партии деталей для уменьшения инвестиций в незавершенное производство. Основные преимущества ГПС заключаются в следующем:

высокая гибкость как следствие быстрой переналадки на обработку другой детали из-за интеграции оборудования, инструмента, приспособлений и измерительных устройств;

высокая готовность оборудования к работе в связи с применением ЭВМ для управления производственным процессом;

эффективное использование производственного персонала в результате возможности расширения его функций, освобождения его от цикла станка;

интеграция всего информационного потока с помощью ЭВМ, способность работать днем и ночью, непосредственная связь со всеми сторонами производства.

Социально-экономические изменения в производстве при использовании ГПС также удобно проследить на примере комплекса АЛП-3-2. В табл. 38 приведены данные изменения состава производственного и обслуживающего персонала при обработке одних и тех же деталей на универсальных станках, станках с ЧПУ и ГПС типа АЛП-3-2. Анализ данных, приведенных в табл. 38, позволяет сделать вывод, что организация ГПС на основе станков с ЧПУ, управляемых ЭВМ:

увеличивает уровень технической вооруженности труда, поскольку автоматизируются как основные, так и вспомогательные операции;

в значительной мере решает проблему устранения дефицита рабочих, выполняющих как основные, так и вспомогательные операции (транспортные, складские рабочие);

изменяет характер труда, увеличивая долю умственного труда и сводя к минимуму долю физического; вместо рабо-

Таблица 38

Изменение состава производственного и обслуживающего персонала при использовании ГПС

Наименование профессий и должностей	Численность персонала при работе в две смены		
	на универсальных станках	станках с ЧПУ	ГПС типа АЛП-3-2
Рабочие-станочники	90	13 операторов	4 оператора
Сменные и старшие мастера	7	4	3
Контролеры, контрольные мастера	10	10	5
Наладчики оборудования и систем с ЧПУ	нет	13	8
Операторы по загрузке, разгрузке и подготовке оснастки	нет	7	2
Транспортные рабочие и распределители работ	8	3	нет
Инженеры по вычислительной технике	нет	нет	4
Программисты, технологи, конструкторы	нет	20	14
Итого работающих	115	70	40

чих-операторов большее значение приобретают рабочие-наладчики, рабочие, управляющие механизмами и машинами. Сокращается численность мастеров, старших мастеров, работников служб, бюро цехового контроля, а также вспомогательных рабочих: распределителей, кладовщиков, транспортных рабочих, контролеров. Кроме того, появляются новые категории работников, обслуживающих комплекс, например операторы подготовки и контроля инструментальных наладок, наладчики по электронике, инженеры-специалисты по магнитным дискам, по устройствам ввода-вывода ЭВМ, инженеры по вычислительной технике, операторы-электроники; повышает требования к квалификации работников, обслуживающих комплекс; в ряде случаев в связи со сложностью выполняемых работ обслуживающий персонал должен иметь специальное среднее и высшее образование (инженеры по вычислительной технике, программисты);

создает условия для четкой, ритмичной работы.

Методы расчетов технико-экономической эффективности ГПС других назначений аналогичны приведенным выше.

6.6.4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГПС

К организационно-экономическим вопросам относятся:

планирование экономических показателей ГПС (прибыль, себестоимость продукции, цена и др.) в соответствии с подразд. 6.1—6.4 настоящего пособия;

вопросы организации производства и оперативно-календарного планирования (определение оптимальной величины партий запуска деталей на ГПС и периодичности их запуска, длительности цикла изготовления партии деталей и др.). Эти вопросы решаются с помощью специальных экономико-математических моделей, описывающих процессы функционирования ГПС. Пример такой модели дан в работе [41]. Для решения этих задач создаются алгоритмы имитации процесса функционирования ГПС.

7. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ И РАБОТАХ

В процессе дипломного проектирования вопросы технико-экономического обоснования рассматриваются неразрывно от решения технических задач, то есть с самого начала работы над проектом. Поэтому дипломник обязан систематически посещать консультации по экономическим вопросам в назначенное консультантом время, не откладывая их решение на последние перед защитой недели. Дипломник должен помнить, что это его самостоятельная работа и выполняется им лично.

Не менее чем за неделю до установленного срока защиты дипломник обязан подписать пояснительную записку и графические экономические листы у консультанта от экономической кафедры. Дипломник совместно с руководителем проекта решает вопросы о характере содержания ТЭО, что зависит от вида и темы дипломного проекта (работы). Намеченные вопросы ТЭО согласовываются с консультантом от экономической кафедры, который после просмотра и уточнения вопросов ТЭО подписывает задание к дипломному проекту. Далее задание к дипломному проекту утверждает заведующий профилирующей кафедры.

7.1. ТЭО В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ДИПЛОМНЫХ РАБОТАХ

В исследовательских работах проводятся теоретические и экспериментальные исследования различных методов, схем, радиоэлементов и материалов. Их целью является разработка методик и рекомендаций по использованию новых достижений в области радиоэлектроники при проектировании и изготовлении радиоприборов и систем. Темы исследовательских работ могут быть следующими:

1. Исследование возможности построения дифракционных ультразвуковых спектроанализаторов.

2. Исследование и выбор ферритовых материалов для дискретных фазовращателей.

3. Исследование возможности создания полосовых ферритовых фильтров СВЧ на полосковых линиях.

Примерная схема технико-экономических обоснований в исследовательских дипломных работах:

1. *Вводная часть* пояснительной записки содержит обоснование целесообразности проведения исследований и определение потребности народного хозяйства в результатах данного исследования.

2. *Техническая часть* включает технико-экономическое обоснование 2—3 наиболее важных частных технических решений, принимаемых по ходу выполнения исследований: выбор метода исследования, минимизация затрат на проведение эксперимента, экономия затрат на создание макета и др.

3. *Экономическая часть* пояснительной записки может содержать следующие вопросы:

а) характер влияния результатов исследований после их внедрения в народное хозяйство на технико-экономические показатели работы предприятия (организации) или показатели качества выпускаемой продукции (разработок, исследований);

б) расчет оптимального объема внедрения результатов исследования в народное хозяйство;

в) расчет экономической эффективности от внедрения результатов исследования в народное хозяйство;

г) планирование проводимых исследований на предприятии (в организации), где они выполняются;

д) вопросы научной организации труда исследователя;

е) определение сметной стоимости исследований;

ж) определение себестоимости и цены изделия, разработанного в результате проведенных исследований.

Экономическая глава должна составлять 10—15% от общего объема пояснительной записки. В нее включаются 2—3 наиболее важных для проводимых исследований вопроса из приведенного выше перечня.

4. *Заключительная часть* пояснительной записки — это выводы о достигнутых результатах исследования, заключение об их эффективности.

5. *Графические экономические листы* (рекомендуется 1—2 листа формата 24) могут содержать результаты ТЭО, проводимых в технической и экономической частях пояснительной

записки. Пример содержания экономического листа приведен в прил. 1.

Примечание. В задание к разделу «технико-экономическое обоснование» для исследовательских работ наиболее часто включаются следующие вопросы: 1) технико-экономическое обоснование частных технических решений; 2) оценка технического уровня результатов исследования; 3) расчет экономической эффективности от внедрения результатов исследования в народное хозяйство.

7.2. ТЭО В СХЕМНО-КОНСТРУКТОРСКИХ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

В схемно-конструкторских дипломных проектах разрабатываются или совершенствуются (модернизируются) функциональные и принципиальные электрические схемы радиоэлектронной аппаратуры, проводятся расчеты ее весовых, габаритных характеристик и разрабатываются чертежи общих видов изделий или отдельных блоков, узлов. Тематика таких проектов весьма разнообразна и направлена на проектирование различных видов аппаратуры: бортовой и наземной, лабораторной и бытовой, измерительной и технологической.

Примеры тем схемно-конструкторских дипломных проектов:

1. Разработка высотомера на основе оптического квантового генератора.
2. Модернизация прибора для контроля феррит-транзисторных ячеек.
3. Модернизация бортового передатчика телеметрической информации.
4. Разработка электронного измерительного устройства для контроля толщины изделий в процессе химического фрезирования.

ТЭО в схемно-конструкторских дипломных проектах может состоять из следующих разделов:

1. *Вводная часть* пояснительной записки, содержащая обоснование целесообразности разработки прибора и определение потребности в нем народного хозяйства.

2. *Техническая часть*, которая включает в себя ТЭО 2—3 наиболее важных частных технических решений, принимаемых по ходу выполнения проекта: выбор функциональной блок-схемы изделия, выбор варианта принципиальной электрической схемы узла, выбор варианта конструкции прибора, выбор радиоэлементов, материалов и др.

3. *Экономическая часть*, содержащая следующие вопросы:

а) расчет потребности народного хозяйства в проектируемых радиоизделиях;

- б) расчет экономической эффективности от внедрения проектируемого изделия в народное хозяйство;
- в) определение сметной стоимости НИР (ОКР);
- г) прогнозирование себестоимости и цены проектируемого изделия;
- д) планирование процессов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке изделия;
- е) вопросы научной организации труда при обслуживании проектируемого изделия;
- ж) оценка технического уровня проектируемого изделия;
- з) оценка уровня технологичности проектируемого изделия.

Экономическая глава должна составлять примерно 15% от общего объема пояснительной записки. В нее включаются 2—3 наиболее важных для данной разработки вопроса из приведенного выше перечня.

4. *Заключительная часть* пояснительной записки, включающая в себя выводы о достигнутых результатах проектирования и заключение об их эффективности.

5. *Графические экономические листы* (пример см. в прил. 1) содержат результаты технико-экономических обоснований, проводимых в технических главах и в экономической главе пояснительной записки. Рекомендуется 1—2 листа формата 24.

Примечание. В задании к разделу «Технико-экономическое обоснование» чаще всего приводятся следующие вопросы: 1) технико-экономическое обоснование частных технических решений; 2) оценка технического уровня проектируемого изделия; 3) расчет экономической эффективности от внедрения проектируемого изделия в народное хозяйство.

7.3. ТЭО В КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

В конструкторско-технологических проектах на основе заданной принципиальной электрической схемы разрабатывается общий вид изделия и его отдельных блоков, чертежи отдельных узлов, панелей и деталей, проводятся тепловые расчеты и выбираются средства охлаждения, выполняются расчеты надежности и долговечности приборов и систем, разрабатывается технология изготовления прибора или отдельных его узлов.

Примерная схема ТЭО в конструкторско-технологических дипломных проектах:

1. *Вводная часть* пояснительной записки включает в себя обоснование целесообразности разработки прибора и определение потребности в нем народного хозяйства.

2. *Техническая часть* содержит ТЭО 2—3 наиболее важных частных технических решений: выбор варианта конструкции изделия, выбор варианта технологии, выбор радиоэлементов, материалов и др.

3. В *экономическую часть* пояснительной записки могут входить следующие вопросы:

а) расчет потребности народного хозяйства в проектируемых изделиях;

б) расчет экономической эффективности от внедрения разработанного технологического процесса;

в) расчет экономической эффективности предлагаемой конструкции изделия;

г) определение сметной стоимости опытно-конструкторских работ;

д) определение себестоимости и цены проектируемой конструкции изделия;

е) планирование процесса опытно-конструкторских работ для проектируемого изделия;

ж) оценка технического уровня проектируемого изделия;

з) оценка уровня технологичности проектируемого изделия;

и) вопросы научной организации труда при обслуживании проектируемого изделия.

Экономическая часть должна составлять 15—20% от общего объема пояснительной записки и включать в себя 2—3 наиболее важных для данной разработки вопроса из приведенного выше перечня.

4. *Заключительная часть* содержит выводы о достигнутых результатах проектирования и об их эффективности.

5. В *графические экономические листы* (1—2 листа, формат 24) заносятся результаты технико-экономических обоснований, проводимых в технической и экономической частях пояснительной записки. Пример оформления экономического листа приведен в прил. 1.

Примечание. Задание к разделу «Технико-экономическое обоснование» содержит следующие вопросы: 1) технико-экономическое обоснование частных технических решений; 2) оценка технического уровня проектируемого изделия; 3) расчет экономической эффективности от внедрения проектируемого изделия в народное хозяйство.

7.4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ В ПРОЕКТАХ САПР

В проектах САПР разрабатывается математическая модель проектируемого объекта (схемы, конструкции, технологичес-

кого процесса), разрабатывается и отлаживается на ЭВМ рабочая программа (или комплект программ) для проектирования или исследования объекта, производятся расчеты объекта и его исследование с помощью ЭВМ. Кроме того, с применением ЭВМ выполняются конструкторские или технологические и другие документы, отражающие объект автоматизации (схему, конструкцию, технологический процесс). В связи с этим не требуется дополнительного описания структуры ТЭО для проектов (работ) САПР. Вне зависимости от того, каким способом ведется проектирование в дипломном проекте (автоматизированным или ручным), берется за основу соответствующая структура ТЭО дипломного проекта (работы): для исследовательских работ с применением методов САПР используется структура ТЭО согласно 7.1; для схемно-конструкторских проектов с использованием методов САПР — согласно 7.2; для конструкторско-технологических дипломных проектов с использованием методов САПР — согласно 7.3.

7.5. ТЭО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

В технологических дипломных проектах на основе заданного варианта конструкции изделия разрабатывается технологический процесс его изготовления (или испытания), проектируется цех (участок), выполняются технико-экономические расчеты проектируемого цеха (участка), могут создаваться гибкие производственные системы, модули, линии, участки и др.

Темы технологических дипломных проектов могут быть следующими:

1. Разработка методики и процесса испытания изделия.
2. Цех изготовления плечочных схем.
3. Гибкая производственная линия для изготовления плечочных схем.
4. Цех изготовления феррит-транзисторных ячеек.

Для данного вида дипломных проектов студентам предлагается примерная схема технико-экономических обоснований:

1. *Вводная часть* пояснительной записки включает в себя экономическое обоснование целесообразности разработки задачи, поставленной для решения в проекте (повышение качества выпускаемой продукции, внедрение новых методов обработки и изготовления изделия, совершенствование форм

организации производства, повышение производительности труда и др.) и обоснование потребности народного хозяйства в заданном типе изделий.

2. *Техническая часть* содержит следующие вопросы:

- а) выбор и обоснование типа производства;
- б) обоснование выбранной формы организации производства для цеха (участка), где изготавливается заданная деталь, узел, изделие;
- в) обоснование эффективности выбора варианта заготовки;
- г) обоснование эффективности выбранных вариантов 2—3 операций технологического процесса;
- д) технико-экономическая оценка технологического процесса в целом с анализом величины капитальных вложений, связанных с применением и освоением нового технологического процесса, с показом обеспечения минимальной себестоимости продукции при требуемом ее качестве и масштабе выпуска;
- е) обоснование необходимости создания новых конструкций и определение технико-экономических требований к ним, а также расчеты экономической эффективности при проектировании приспособлений и средств механизации, нестандартной аппаратуры;
- ж) обоснование формы специализации участков и рабочих мест, виды движения предметов труда в производстве, периодичность запуска и величину партии, видов и размеров заделов, используемых транспортных средств, расчета длительности производственного цикла (а для сборочных цехов строятся циклограммы), описание организации работы вспомогательных служб цеха.

3. *Экономическая часть* пояснительной записки состоит из расчетов ТЭП работы цеха (участка): определение показателей производственной программы, потребного количества оборудования и производственных площадей, определение количества работающих (основных и вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и МОП), укрупненный расчет заработной платы по категориям работающих, определение суммы цеховых накладных расходов в процентах от заработной платы основных производственных рабочих, определение себестоимости и цены продукции, прибыли, дохода и рентабельности. Экономическая глава должна составлять примерно 20—25% от общего объема пояснительной записки.

4. *Заключительная часть* содержит выводы о результатах проектирования технологических процессов цеха (участка), заключение об их эффективности.

5. В графических экономических листах даются результаты ТЭО, выполненных в технической и экономической частях пояснительной записки. Рекомендуется 2—3 листа формата 24.

Примечание. В задании к разделу «Технико-экономическое обоснование» приводятся следующие вопросы: 1) расчет экономической эффективности выбранного варианта технологического процесса; 2) расчет технико-экономических показателей цеха (участка).

ВНИМАНИЕ! Все стоимостные показатели в пособии необходимо корректировать с учетом коэффициента инфляции на момент пользования пособием по отношению к базовому периоду — концу 1990 года (моменту написания пособия).

8. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

8.1. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА В НИИ

Студентам, проходящим преддипломную практику в НИИ и получившим задание на выполнение исследовательского или схемно-конструкторского дипломного проекта (работы), необходимо:

1. Ознакомиться с видами проводимых в данном НИИ исследований, взаимосвязями НИИ с опытно-конструкторскими бюро (ОКБ) и серийными заводами, организационной структурой НИИ, основными этапами проведения НИР.

2. Изучить функции персонала, состав и структуру подразделений НИИ, систему планирования и учета, вопросы организации труда и возможные пути ее совершенствования в подразделении, в котором проходит преддипломная практика.

3. Освоить применяемые на практике методы определения сметной стоимости и трудоемкости НИР, методы определения экономической эффективности НИР, методы оценки технического уровня изделий, методы прогнозирования себестоимости и цены разрабатываемых изделий.

4. По теме дипломного проекта изучить состояние данного вопроса и определить народнохозяйственное значение темы. Подобрать исходные данные для ТЭО дипломного проекта (см. прил. 26 и 27).

8.2. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА В ОКБ

Студенты, проходящие преддипломную практику в ОКБ, получают задание на выполнение схемно-конструкторского или конструкторско-технологического дипломного проекта. Они должны:

1. Ознакомиться с видами проводимых в данной конструкторской организации разработок, взаимосвязями ОКБ с НИИ и с серийными заводами, организационной структурой ОКБ и основными этапами проведения ОКР.

2. Изучить состав и структуру, систему планирования и учета, организацию труда и возможные пути ее совершенствования в данном ОКБ.

3. Освоить применяемые на практике методы: определения сметной стоимости, трудоемкости, экономической эффективности ОКР; оценки технического уровня и уровня технологичности разрабатываемых изделий; прогнозирования себестоимости и цены проектируемых изделий.

4. Определить народнохозяйственное значение темы, выбранной для дипломного проекта, и изучить состояние вопроса. Выбрать «базовое» изделие для сравнения при определении экономической эффективности, технического уровня и уровня технологичности. Подобрать исходные данные для ТЭО дипломного проекта (см. прил. 26 и 27).

8.3. ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА НА СЕРИЙНОМ ЗАВОДЕ

Студенты, проходящие преддипломную практику на серийном заводе, должны руководствоваться следующим:

1. Ознакомиться с номенклатурой и ассортиментом продукции, выпускаемой предприятием, организационной структурой предприятия, уровнем специализации предприятия, методами организации производства в основных и вспомогательных цехах, системой планирования на предприятии.

2. Изучить организационную структуру завода, права и обязанности отдельных подразделений и должностных лиц, организацию нормирования труда и заработной платы, систему оперативно-календарного планирования; показатели работы (производительность труда, средняя заработная плата, цеховые и заводские расходы, уровень рентабельности), формы специализации рабочих мест, формы организации производственного процесса, виды и размеры заделов, организацию работы вспомогательных служб цеха, где проводится преддипломная практика.

3. Изучить применяемые на практике методы расчета потребного количества оборудования и производственных площадей, количества рабочих, служащих и ИТР, фондов заработной платы, сумм цеховых, заводских и внепроизводственных расходов, методы определения трудоемкости и себестоимости продукции.

4. Подобрать исходные данные для ТЭО дипломного проекта (см. прил. 26 и 27).

8.4. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

При прохождении преддипломной практики студенты руководствуются перечнем вопросов, отраженных в главах 7 и 8 настоящего пособия. Результаты изучения данных вопросов заносятся в журнал преддипломной практики и регулярно контролируются консультантом от экономической кафедры во время назначенных им консультаций. Кроме того, в самом начале преддипломной практики студенты по согласованию с консультантом экономической кафедры берут один из наиболее актуальных вопросов для подразделения, в котором они проходят практику, и составляют к концу практики отчет объемом в 6—7 страниц.

Отчет должен содержать анализ состояния рассматриваемого вопроса, предлагаемые мероприятия по улучшению организационно-экономической работы подразделения, экономическую эффективность предлагаемых мероприятий. Завершается отчет сводной таблицей, в которой даются результаты анализа, предложенные мероприятия и их эффективность.

Отчет утверждается руководителем подразделения и затем консультантом по экономическим вопросам. Последний ставит оценку с учетом общей работы студента в процессе преддипломной практики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вегер П. П. Методика определения экономической эффективности и ее обеспечение в условиях неопределенности // Проблемы управления научными исследованиями: Сб. М.: Наука, 1973. С. 173—182.
2. Глазунов В. А. Оптимизация радиосистем / Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1986. 51 с.
3. Глазунов В. А. Бочкарев В. А. Использование ЭВМ при проектировании радиотехнических систем и устройств / Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1987. 51 с.
4. Голосовский С. И. Эффективность научных исследований. М.: Экономика, 1969. 73 с.
5. Технично-экономическое обоснование ОКР: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов; Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев, 1980. 19 с.
6. Технично-экономическое обоснование дипломных проектов и преддипломная практика: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1980. 17 с.
7. Оценка экономической эффективности снижения массы радиоэлектронной аппаратуры. Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов, Е. М. Лавров; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1985. 22 с.
8. Нормативно-справочные материалы к курсовой работе «Технично-экономическое обоснование ОКР»: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов; Куйбышев, авиац. ин-т; Куйбышев, 1980. 11 с.

9. Оценка технического уровня проектируемого изделия: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов, В. П. Глухов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1987. 16 с.
10. Оценка экономической целесообразности повышения надежности и долговечности приборов и систем: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов, Е. М. Лавров; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1983. 26 с.
11. Техничко-экономическое обоснование частных технических решений в дипломном проекте: Метод. указания / Сост. В. П. Гольянов, В. П. Глухов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1987. 28 с.
12. Гуткин Л. С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. М.: Сов. радио, 1975. 127 с.
13. Дановский О. Я., Ширин Д. Н. Экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие / Риж. политехн. ин-т. Рига, 1985. 140 с.
14. Экономическая оценка вариантов технологических процессов: Метод. указания / Сост. Л. М. Добрянина; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1982. 32 с.
15. Оценка инженерных решений при конструировании РЭА: Метод. указания / Сост. А. В. Зеленский, П. Е. Молотов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1984. 29 с.
16. Зелингер А. Н. Критерии оценки качества систем связи. М.: Связь, 1974. 36 с.
17. Методика технико-экономического обоснования конструкций приборов и устройств РЭА: Метод. указания / Сост. В. С. Кириллов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1973. 35 с.
18. Компоновка и конструкции микроэлектронной аппаратуры / Под ред. Б. Ф. Высоцкого и др. М.: Радио и связь, 1982. 208 с.
19. Кулаков Н. Н., Загоруйко А. О. Методы повышения надежности технических изделий по технико-экономическим показателям. Новосибирск: Наука, Сибир. отд.-ние, 1969. 142 с.
20. Организационно-экономические вопросы задач и подсистем АСУИ: Метод. указания / Сост. В. П. Куренкова; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1987. 36 с.
21. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов радиотехнических специальностей вузов: Метод. указания / Сост. Е. М. Лавров, В. П. Гольянов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1976. 60 с.
22. Планирование работы конструкторского отдела (группы, КБ): Метод. указания / Сост. Е. М. Лавров, Л. А. Бойкова; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1985. 35 с.
23. Лейкин Н. Н. Конструирование пресс-форм для изделий из пластических масс. Л.: Машиностроение, Ленинград. отд.-ние, 1966. 244 с.
24. Луцкий В. А. Расчет надежности и эффективности радиоэлектронной аппаратуры. Киев: Изд-во АН УССР, 1963. 124 с.
25. Техничко-экономические вопросы решения экономических задач: Метод. указания / Сост. Г. Е. Мазова; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1979. 16 с.
26. Маркетинг: Сб.: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1973. 447 с.
27. Определение экономической эффективности подсистем автоматизированного проектирования в машиностроении: Метод. указания / Сост. Л. С. Меламедова; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1982. 24 с.
28. Микроэлектроника (теория, конструирование и производство): Пер. с англ. / Под ред. проф. Н. П. Богородицкого. М.: Сов. радио, 1966. 455 с.
29. Окунев Ю. Б., Плотников В. Г. Принципы системного подхода к проектированию в технике связи. М.: Связь, 1976. 184 с.

30. Определение оптовых цен на новую машиностроительную продукцию производственно-технического назначения: Врем. методика / Экон. газета, 1987. № 51 (дек.).

31. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. В. Ю. Лавриченко. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. шк. 1978. 320 с.

32. Пашкеев С. Д., Минязов Р. И., Можлевский В. Д. Машинные методы оптимизации в технике связи. М.: Связь, 1976. 272 с.

33. Плоткин Я. Д. Техничко-экономическая эффективность измерительных и регулируемых устройств. Киев: Техника, 1965. 202 с.

34. Проектирование радиоэлектронных устройств на интегральных микросхемах / Под ред. проф. С. Я. Шаца. М.: Сов. радио, 1976. 310 с.

35. Справочные материалы и варианты к курсовой работе «Разработка техпромфинплана и анализ выполнения технико-экономических показателей хозрасчетного цеха» / Сост. Л. А. Бойкова, В. П. Глухов, В. П. Гольянов; Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1987. 18 с.

36. Тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих радиопромышленности. Горький: ЦНИИТОП, 1969. 208 с.

37. Типовые нормы на программирование задач на ЭВМ. М.: Экономика, 1989. 125 с.

38. Цена и ценообразование в СССР: Учебник / Под ред. проф. А. А. Дерябина. М.: Финансы, 1973. 191 с.

39. Оглезнев Н. А. Организационно-экономические расчеты при проектировании участков и цехов авиационных предприятий / Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1988. 65 с.

40. Ширин Д. Н. Организация и планирование радиотехнического производства. Риж. политехн. ин-т. Рига, 1986. 158 с.

41. Гибкие производственные системы / Н. П. Меткин, М. С. Лапин, С. А. Клейменов, В. М. Критский; М.: Изд-во стандартов, 1989. 311 с.

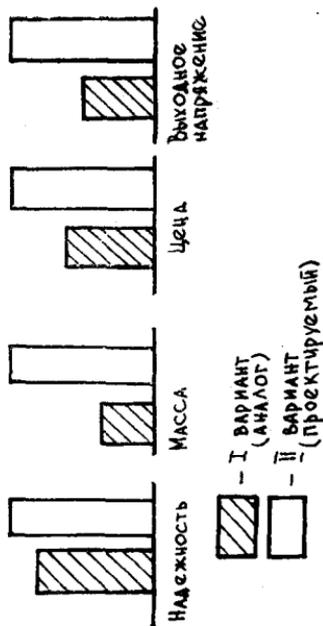
Приложение 1

Примерная схема расположения информации на экономическом листе

Технико-экономическая оценка
технического уровня
проектируемого изделия

Место для таблицы
взвешенных оценок

Коэффициент технического уровня
проектируемого изделия $K_{ту} = 1,52$



Показатели экономической эффективности
проектируемого изделия

1. Дополнительные капитальные вложения 5000 р.
2. Годовая экономия эксплуатационных расходов 2500 р./год
3. Экономия от повышения надежности 1300 р./год
4. Экономия от снижения массы изделия 1200 р./год
5. Годовой экономический эффект на одно изделие 1500 р./год
6. Годовой экономический эффект на программу $200 \times 1500 = 300000$ р./год
7. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений — 2 года
8. Коэффициент экономической эффективности 0,5 р. в год/р.

9. Выводы об эффективности других ТЭП, по которым невозможно подсчитать экономию, но можно определить область получения эффекта

Выводы: По техническому уровню и экономической эффективности проектируемое изделие лучше аналога

Место для штампа

Приложение 2

Перечень преysкурaнтoв

Номер преysкурaнтa	Наименование преysкурaнтa
01—21	Oптовые цены на крепежные изделия общего применения
02—01	Oптовые цены на цветные металлы, сплавы и порошки
02—05	Заготовительные и сбытовые цены на лом и отходы цветных металлов и сплавов
02—06	Oптовые цены на листы, полосы, ленту, фольгу
02—10	Oптовые цены на прокат легких цветных металлов
02—12	Oптовые цены на полупроводниковые материалы
02—13	Oптовые цены на продукцию из углеродных конструкционных материалов
05—01	Oптовые цены на химическую продукцию промышленного назначения
05—02	Oптовые цены на синтетические смолы и пластические массы
05—04	Oптовые цены на лакокрасочные материалы
05—05	Oптовые цены на синтетические красители
05—18	Oптовые цены на резиновые технические изделия и изделия производственного назначения
15—09	Oптовые цены на кабельные изделия
15—10	Oптовые цены на электроизоляционные изделия
15—11	Oптовые цены на источники тока химические
16—01	Oптовые цены на аппаратуру радиосвязи, радиодетали общего применения и радиокомпоненты, ч. 1 и 2
16—05	Oптовые цены на реле слаботочные
17—01	Oптовые цены на приборы измерительные общего пользования
17—02	Oптовые цены на приборы электронные радиоизмерительные
17—08	Oптовые цены на средства вычислительной техники
36—01	Oптовые цены на микросхемы и микромодули, на радиодетали общего применения
36—06	Oптовые цены на радиокомпоненты
16—03	Oптовые цены на электровакуумные и полупроводниковые приборы и светотехнические изделия

Приложение 3

Для рабочих производственных объединений и предприятий машиностроения установлены тарифные ставки по группам профессий (по данным СМПО им. М. В. Фрунзе).

I. *Профессии рабочих*: слесари-инструментальщики и станочники широкого профиля, занятые на универсальном оборудовании инструментальных и других цехов подготовки производства при изготовлении особо точных, ответственных и сложных пресс-форм, штампов, приспособлений, инструмента, приборов и оборудования; станочники на уникальном оборудовании, занятые изготовлением особо сложной продукции; слесари-ремонтники, электромонтеры и наладчики, занятые ремонтом, наладкой и обслуживанием особо точного уникального оборудования; рабочие по подготовке и обслуживанию производства больших интегральных схем.

Часовые тарифные ставки, р.

Вид оплаты	Продолжительность рабочего дня	Разряды							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Тарифные коэффициенты							
		1,00	1,09	1,20	1,35	1,54	1,79	1,98	2,02
Сдельная	Нормальный	72,0	78,0	86,0	97,0	111,0	129,0	136,0	145,0
	Сокращенный	81,7	88,5	97,6	110,1	126,0	146,4	154,4	164,4
Повременная	Нормальный	67,0	73,0	81,0	91,0	104,0	121,0	127,0	136,0
	Сокращенный	76,0	82,9	91,9	103,3	118,0	137,3	144,2	154,4

II. *Профессии*: рабочие, занятые на работах по обработке металла и других материалов резанием на металлообрабатывающих станках, по холодной штамповке металла и других материалов, по изготовлению и ремонту инструмента и технологической оснастки; рабочие, непосредственно занятые ремонтом и наладкой основного технологического, электро- и энергетического, экспериментального и научного оборудования, машин и механизмов, электронной вычислительной техники, контрольно-измерительной техники, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Часовые тарифные ставки, р.

Вид оплаты	Продолжительность рабочего дня	Разряды					
		1	2	3	4	5	6
		Тарифные коэффициенты					
		1,00	1,09	1,20	1,35	1,54	1,79
Сдельная	Нормальный	60,0	65,0	72,0	81,0	92,0	107,0
	Сокращенный	68,1	73,8	81,7	91,9	104,4	121,4
Повременная	Нормальный	56,0	61,0	67,0	75,0	86,0	100,0
	Сокращенный	63,6	69,2	76,0	85,1	97,6	113,5

III. Другие профессии.

Часовые тарифные ставки, р.

Вид оплаты	Продолжительность рабочего дня	Разряды					
		1	2	3	4	5	6
		Тарифные коэффициенты					
		1,00	1,09	1,20	1,35	1,54	1,79
Сдельная	Нормальный	60,0	65,0	72,0	81,0	92,0	107,0
	Сокращенный	68,1	73,8	81,7	91,9	104,4	121,4
Повременная	Нормальный	56,0	61,0	67,0	75,0	86,0	100,0
	Сокращенный	63,6	69,2	76,0	85,1	97,6	113,5

Приложение 4

Структура себестоимости некоторых видов радиоаппаратуры, %

Наименование статей расходов	Измерительная аппаратура	Передатчики и приемники	Широковещательные приемники	Радиолокационные станции	Устройства телемеханики	Электромеханические устройства	Телевизоры
Материалы основные	6	5	8	9	8	5	7
Покупные изделия и полуфабрикаты	36	48	64	38	20	35	70
Затраты на зарплату	16	14	10	17	19	20	8
Цеховые накладные расходы	26	20	10	19	38	26	8
Заводские накладные расходы	12	10	5	14	15	11	4
Внепроизводственные расходы	4	3	3	3	3	3	3

Приложение 5

Характеристика групп сложности задач [20]

Группы сложности задач	Характеристика задач
I — простые задачи	Расчетные задачи, реализуемые на основе простых алгоритмов вычислительного характера; программы простой логической структуры с простой формой входных и выходных документов; программы введения информации
II — средней сложности задачи	Задачи, на которые составляются программы сравнительно сложной логической структуры, отличающиеся разнообразием форм входных и выходных документов; программы, реализующие известные отработанные алгоритмы корреляционного анализа, оптимизационных задач линейного, нелинейного и стохастического программирования
III — сложные задачи	Задачи многофакторного анализа, сложные логические программы; программы, объединенные в систему программ; программы, реализующие новые неосвоенные или существенно переработанные алгоритмы. Задачи, решаемые в реальном масштабе времени

Приложение 6

Примерная трудоемкость разработки программ и программной документации [20]

Языки программирования	Группа сложности задачи	Трудоемкость на одну команду, чел./ч	
		при использовании локальных массивов	при использовании банка данных
Машинные (АССЕМБЛЕР, ЯСК)	1	0,40	0,25
	2	0,47	0,32
	3	0,59	0,40
Машинно-ориентированные (ФОРТРАН, РНР)	1	0,38	0,24
	2	0,46	0,31
	3	0,57	0,39
Проблемно-ориентированные (КОБОЛ, ПЛ-1)	1	0,37	0,23
	2	0,44	0,30
	3	0,55	0,38

Приложение 7

Тарифы за один машино-час работы ЭВМ [20]

Тип ЭВМ	Тариф, р.
ЕС-1020	60
М-4030	75
ЕС-1033, ЕС-1035, БЭСМ-6/7	80
ЕС-1040, ЕС-1045	100
ЕС-1050, ЕС-1060	110

Приложение 8

Характеристика групп новизны задач [20]

Условное обозначение	Описание группы задач	Поправочные коэффициенты на трудоемкость программирования K_H
1	Задачи, предусматривающие применение принципиально новых методов разработки и проведения НИР	2,1
2	Разработка типовых проектных решений для оригинальных задач и систем, не имеющих аналогов	1,5
3	Привязка типовых проектных решений при условии их изменения; разработка задач, имеющих аналогичные решения	1,0
4	Привязка типовых проектных решений, использование стандартных модулей	0,6...0,8

Приложение 9

Должностные оклады сотрудников ВЦ и отделов предприятий (на декабрь 1990г.)

Должность	Месячный оклад, р.
Старшие инженеры: математики и программисты	165—175
Старшие инженеры: экономисты и нормировщики и др.	140—165
Инженеры: математики и программисты	140—165
Инженеры: экономисты, нормировщики и др.	115—150
Инженер-конструктор I категории	170—190
Инженер-конструктор II категории	145—165
Инженер-конструктор III категории	120—140
Инженер-технолог I категории	165—175
Инженер-технолог II категории	145—160
Инженер-технолог III категории	115—145
Старшие техники всех специальностей	100—125
Техники всех специальностей и операторы ЭВМ	90—115

Приложение 10

Действительный годовой фонд времени работы ЭВМ [20]

Группа ЭВМ	Тип ЭВМ	Норматив среднесуточной загрузки, ч	Годовой действительный фонд времени, ч
1	БЭСМ-6, ЕС-1040, ЕС-1045 ЕС-1050, ЕС-1052, ЕС-1055 ЕС-1060	20	7140
2	БЭСМ-4М, М-220, М-222 ЕС-1022, ЕС-1030, ЕС-1033 ЕС-1035	15	5355
3	СМ-1, СМ-2, СМ-3, СМ-4, «МИР»	6	2122

Приложение 11

Примерная структура затрат на НИР

Статьи расходов	Структура затрат, %
1. Основная заработная плата	35,7
2. Зарплата дополнительная с отчислениями на социальное страхование	2,5
3. Затраты на основные материалы	9,5
4. Амортизационные отчисления и спецоборудование	19,1
5. Услуги сторонних организаций	2,9
6. Командировочные расходы	1,8
7. Прочие расходы	2,9
8. Накладные расходы	25,6
Сметная стоимость в целом	100

Приложение 12

Коэффициенты вероятности успеха по стадиям НИР (ОКР) [1]

Положительно завершенная стадия НИР (ОКР)	Вероятность успеха, $K_{\text{вУ}}$
1. Прикладные исследования с выдачей технологического задания	0,4 ...0,6
2. Разработка технического проекта	0,5 ...0,7
3. Изготовление и испытание опытного образца	0,6 ...0,8
4. Технологическое испытание опытного образца	0,75...0,9
5. Технологические испытания опытной партии	0,85...0,95
6. Серийное производство и эксплуатация	1,0

Приложение 13

Примерные значения коэффициентов научно-технического уровня для продукции НИР (ОКР)

Значение комплексного (интегрального) коэффициента технического уровня для продукции НИР (ОКР) $K_{ту}$	Значение коэффициентов научно-технического уровня для корректировки цены на продукцию НИР (ОКР) $K_{нту}$
1. $K_{ту} > 1,05$ — продукция превышает высший мировой уровень	$K_{нту} = 1,5 = K_{нту}^м$
2. $0,97 < K_{ту} < 1,05$ — продукция соответствует высшему мировому уровню	$K_{нту} = 1,0$
3. $K_{ту} < 0,97$ — продукция не соответствует высшему мировому уровню	$K_{нту} = 0,5$

Приложение 14

Примерные значения коэффициентов значимости заказа:

1. Максимальный коэффициент значимости заказа $K_{зз}^м = 1,0$.

2. Фактический коэффициент значимости заказа $K_{зз} = K_{зз}^м - \sum_{i=1}^n \alpha_{сп i}$.

Показатели, понижающие коэффициент значимости заказа	Величина снижения коэффициента значимости заказа $\alpha_{сп i}$
Договор заключен не по госзаказу	0,2
Продукция не поставляется на экспорт, не заменяет импортную продукцию и не является продукцией оборонного назначения или обслуживающей таковую	0,2

Приложение 15

Примерное значение коэффициента снижения сроков выполнения работ

Характеристика метода ведения работ	Величина коэффициента снижения сроков выполнения работ $K_{сп}$
Работы ведутся по сетевым графикам	$1,2 = K_{сп}^м$
Работы ведутся по линейным и табличным графикам	1,0

Приложение 16

Коэффициент долевого участия предприятия, организации, подразделения в экономическом эффекте устанавливается по формуле

$$K'_{ду} = \frac{C_{зi} K_{ТВi}}{\sum_{i=1}^n C_{зi} K_{ТВi}},$$

где $C_{зi}$ — сметная стоимость выполнения НИР (ОКР) в i -й организации, р.;

n — количество организаций, участвующих в выполнении данной НИР (ОКР);

$K_{ТВi}$ — коэффициент творчества по работам, выполненным в i -й организации, предприятии, подразделении (дается в приведенной ниже таблице).

Коэффициент долевого участия организаций

Этапы (работы)	Коэффициент творчества $K_{ТВi}$
----------------	-------------------------------------

Для конструкторских разработок

1. Исследование	3,0
2. Разработка технического задания	3,0
3. Эскизный проект	2,5
4. Технический проект	2,0
5. Разработка рабочей документации	1,5
6. Подготовка опытного производства	1,5
7. Изготовление опытного образца	1,0
8. Строительно-монтажные работы	0,7
9. Освоение и доводка	1,5
10. Уточнение технической документации	1,5
11. Подготовка серийного производства	1,0

Для технологических разработок

1. Исследование	3,0
2. Технологические работы на заводе	1,5
3. Освоение новой технологии	1,0

Приложение 17

Коэффициенты влияния
влажности $K_{вл}$

Относительная влажность, %	$T, ^\circ\text{C}$	$K_{вл}$
60—70	20—40	1,0
90—98	20—25	2,0
90—98	30—40	2,5

Приложение 18

Коэффициенты влияния
механических воздействий K_M

Виды аппаратуры	K_M
Лабораторная	1,0
Портативная	1,07
Морская	1,37
Автофургонная	1,46
Авиационная	1,65

Приложение 19

Коэффициенты влияния разреженности воздуха $K_{раз}$

Высота, км	Давление $H \cdot 10^3, \text{Па}$	$K_{раз}$	Высота, км	Давление $H \cdot 10^3, \text{Па}$	$K_{раз}$
0	100	1,00	7—8	41—36	1,20
1—2	90—80	1,05	10—11	26—23	1,25
2—3	70—60	1,10	12—14	19—14	1,30
3—5	54—47	1,14	15—18	11—7,5	1,35
5—6	47—43	1,16	20 и более	5,5—2,5	1,38

Приложение 20

Коэффициенты приведения по фактору времени

Число лет, предшествующих расчетному году	α_1	Число лет, следующих за расчетным годом	α_1	Число лет, следующих за расчетным годом	α_1
10	2,59	1	0,91	11	0,35
9	2,36	2	0,83	12	0,32
8	2,14	3	0,75	13	0,29
7	1,95	4	0,68	14	0,26
6	1,77	5	0,62	15	0,24
5	1,61	6	0,56	20	0,15
4	1,46	7	0,51	25	0,09
3	1,33	8	0,47	30	0,06
2	1,21	9	0,42	40	0,02
1	1,1	10	0,39	50	0,01
0	1,0				

Приложение 21

Средние нормы времени конструирования радиоаппаратуры на один формат 11 по 5-й группе новизны и 1-й группе сложности

Вид аппаратуры	Время, чел./ч
1. Антенны и волноводы	4,2
2. Приемная аппаратура	5,0
3. Счетно-решающие устройства	5,4
4. Передающая аппаратура	5,0
5. Блок питания	3,8
6. Блок управления	4,7
7. Контрольно-измерительная аппаратура	4,9
8. Имитирующая аппаратура	4,5
9. Передвижные объекты	4,6
10. Пульты управления	4,2
11. Стойки, шкафы, каркасы	3,4
12. Кинематическая аппаратура	4,7
13. Блоки с печатным монтажом	3,6
14. Прочие объекты	4,0

Приложение 22

Характеристики групп сложности РЭА

1-я группа сложности: небольшие по размерам радиотехнические узлы и блоки с числом радиоэлементов до 8. Плоскостный вариант расположения радиоэлементов ($K_{сл} = 1,0$).

2-я группа сложности: небольшие по размерам радиотехнические узлы и блоки с числом радиоэлементов от 9 до 15. Наличие элементов передачи движения. Механические конструкции средней сложности ($K_{сл} = 1,3$).

3-я группа сложности: узлы и блоки средней сложности с числом радиоэлементов более 15. Усложненная компоновка, требующая разработки специальных деталей крепления, кинематические узлы с числом деталей до 50. Сложные механические конструкции ($K_{сл} = 1,6$).

4-я группа сложности: насыщенные блоки и механические или кинематические конструкции и устройства высшей сложности. Наличие переключателей барабанного типа, вращающихся шкал, визиров ($K_{сл} = 2,0$).

5-я группа сложности: сложные устройства. Наличие объемного заполнения компонентами. Кинематические узлы и устройства высокой сложности с большим числом подвижных звеньев. Устройства, в которых конструктивные решения не имеют прототипов ($K_{сл} = 2,3$).

Классификация конструкций по группам новизны

Группа новизны	Характеристика конструкции	Коэффициент группы новизны
I	Группы и узлы без существенных конструктивных изменений	0,47
II	Группы и узлы с небольшой переработкой	0,57
III	Группы и узлы, аналогичные существующим образцам, но имеющие новые размерные параметры	0,67
IV	Группы и узлы, новые по конструктивному оформлению, предусматривающие применение принципиально новых схем	0,79
V	Группы и узлы принципиально новые в конструктивном и технологическом отношении	1,0

Приложение 24

Дополнительная трудоемкость конструкторских работ

Наименование работ	Отношение к общей трудоемкости, %
1. Инженерные расчеты на прочность, тепловой режим и др.	90—150
2. Экспериментальная проверка конструкций	90—200
3. Помощь опытному производству по изготовлению опытного образца	20
4. Подготовка технической документации, полученной от других организаций (по ограничительным нормам, проверка на комплектность и др.)	20
5. Корректировка чертежей:	
по замечаниям опытного производства и заводским испытаниям	30—35
по результатам государственных испытаний	15—25
на этапе подготовки серийного производства	15

Укрупненная трудоемкость подготовки чертежей на различных этапах создания радиоаппаратуры, %

Этапы работ	Удельный вес этапа
1. Ознакомление с техническим заданием	0,5
2. Подготовка исходной информации для проектирования	3,0
3. Выдача частных технических заданий	0,5
4. Подготовка чертежей отдельных узлов	20,0
5. Подготовка и согласование чертежей общего вида	12,0
6. Подготовка и выпуск детализовочных чертежей	25,0
7. Подготовка и выпуск контрольно-сборочных чертежей	5,0
8. Составление спецификаций и ведомостей покупных изделий	2,5
9. Проверка полного комплекта чертежей	12,0
10. Нормализационный контроль оригиналов чертежей	2,0
11. Устранение выявленных замечаний	1,5
12. Копировка подлинников чертежей	2,0
13. Оформление подлинников чертежей	2,0
14. Размножение подлинников чертежей (светокопия)	4,0

Основные источники статистической информации для расчета годовых показателей эффективности средозащитных мероприятий

Показатели	Наименование годовых отчетов, содержащих показатели
Число календарных дней временной нетрудоспособности	«Отчет о временной нетрудоспособности», форма № 16(3-1), разрабатывается профсоюзными организациями
Сумма выплат по временной нетрудоспособности из фонда социального страхования	«Расчетная ведомость по взносам на государственное и социальное страхование», форма № 1, разрабатывается профсоюзными организациями
Нормативно-чистая продукция	«Отчет промышленного предприятия о выполнении плана по продукции и труду», форма № 1-пт (опытная)
Среднесписочная численность работников (по категориям)	«Отчет промышленного предприятия о выполнении плана по труду», форма № 2-т

Показатели	Наименование годовых отчетов, содержащих показатели
Себестоимость единицы промышленной продукции	«Отчет промышленного предприятия о выполнении плана по себестоимости товарной продукции», форма № 1-с, раздел V
Стоимость единицы продукции в оптовых ценах предприятия (без налога с оборота)	«Справка о рентабельности отдельных видов продукции промышленности», форма № 6 в составе годового баланса по основной деятельности промышленного предприятия (объединения)
Срок службы оборудования	Инвентарная карточка по форме № ОС-7 (на промышленных предприятиях)
Сортность выпускаемой продукции	«Отчет о сортности промышленной продукции», форма № 1-п (сортность)
Рентабельность основных производственных фондов	Расчет по данным форм № 5 и 11
Прибыль	«Отчет о выполнении плана прибыли», форма № 5-ф
Фондоотдача	Расчет по данным форм № 1-п или 1-пт (опытная) и формы № 11
Среднегодовая стоимость основных фондов (в том числе зданий, сооружений, оборудования)	«Отчет о наличии, движении состава и амортизации основных фондов», форма № 11

Приложение 27

Исходные данные для технико-экономического обоснования в дипломных проектах и место их получения

Исходные данные	Место получения
Задания по выпуску и запуску продукции (объем производства и сроки)	ПЭО и ПДО
Цены на оборудование (или затраты на его изготовление), затраты на его транспортировку, монтаж, освоение	ОГМех, ПЭО, бухгалтерия
Затраты на демонтаж, модернизацию и ремонт имеющегося оборудования	ОГМех, бухгалтерия
Размер, характер и стоимость помещений и сооружений	ОКС, бухгалтерия
Количество, стоимость оснастки, находящейся в эксплуатации и на складах	ИНО, бухгалтерия

Исходные данные	Место получения
Количество и стоимость деталей, находящихся в заделе	ПДО
Нормы расхода материалов, полуфабрикатов, величина расходов по ним	БНМ
Величина и стоимость запасов материалов и полуфабрикатов, находящихся в цехах и на складах	Отдел снабжения и сбыта
Цены на материалы, отходы; транспортно-заготовительные и складские расходы	Отдел снабжения и сбыта, ПЭО
Цены на покупные изделия и полуфабрикаты	Отдел (бюро) кооперирования, ПЭО
Нормы времени на операции и процессы	Бюро нормирования труда
Сроки службы и погашения основных фондов, нормы амортизационных отчислений	ПЭО, ОГМех, ИНО бухгалтерия
Нормы затрат на ремонт оборудования и приспособлений	ОГМех, ИНО, бухгалтерия
Установленная мощность, коэффициент загрузки электродвигателей, их КПД	ОГМех, ПЭО
Удельная норма расхода и стоимость единицы энергии, топлива, пара, газа, воды и др.	ОГМех, ОГЭ, ПЭО, бухгалтерия
Удельные нормы расхода и стоимость смазочно-обтирочных и вспомогательных материалов	ОГМех, бухгалтерия
Нормы стойкости рабочего и мерительного инструмента, затраты на их заточку и ремонт, цены на инструмент	ИНО
Оклады и штатное расписание	Бухгалтерия, ПЭО
Коэффициенты: накладных расходов, премий, дополнительной зарплаты и внепроизводственных расходов	ПЭО
Нормы затрат на ремонт и обслуживание аппаратуры	ОГМетр, бухгалтерия

Номенклатура показателей для установок, приборов, устройств, блоков, модулей функциональных агрегатных средств контроля и регулирования (по ГОСТ 4.301—85 СПКП)

Показатели качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
<i>1. Показатели назначения</i>		
1.1. Выполняемые функции (виды и количество)	—	Функциональное назначение
1.2. Количество каналов (входов)	—	Количество обслуживаемых источников информации
1.3. Предел допускаемого значения метрологических или точностных характеристик, %	—	Точность выполнения функции
1.4. Изменение точностных или метрологических характеристик, вызванное воздействием влияющих факторов, или функции влияния	—	То же
1.5. Время установления показаний выходного сигнала), с	—	Быстродействие
1.6. Время переключения каналов, с	$t_{пер}$	—»—
1.7. Время преобразования, с	$t_{пр}$	—»—
1.8. Скорость регистрации, знак/с	—	—»—
1.9. Характеристики и диапазоны изменения входных сигналов	—	Типы обслуживаемых датчиков
1.10. Длина шкалы и ширина поля регистрации	—	Размеры визуально-доступной части показывающего (регистрирующего) устройства
1.11. Вариация	—	Точность выполнения функций
1.12. Отклонение средней скорости перемещения диаграммной ленты (диска)	—	То же
1.13. Объем математической и логической обработки информации	—	Мощность вычислительного устройства
1.14. Тип и объем памяти	—	То же
1.15. Характеристика (параметры) входных и выходных цепей	—	Совместимость изделий
1.16. Вид и объем представления информации	—	Информационные характеристики средств представления
1.17. Количество вызываемых параметров на средства представления информации, знаки	—	То же

Показатели качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
1.18. Вид обработки информации (аналоговой, цифровой)	—	Тип процессора
1.19. Формат регистрации (количество символов в строке)	—	Информационные характеристики средств регистрации
1.20. Объем регистрации (цифровых, буквенных, условных знаков)	—	То же
1.21. Характеристика цепей задания (количество установок и поправок)	—	Возможность ввода установок и коррекции
1.22. Рабочие условия применения по климатическим воздействиям, группа	—	Устойчивость к климатическим воздействиям
1.23. Рабочие условия применения по механическим воздействиям, группа	—	Устойчивость к механическим воздействиям
1.24. Параметры питающей сети (А, В, Гц)	—	—
1.25. Устойчивость к электромагнитным воздействиям	—	Функционирование при воздействии внешних влияющих факторов
1.26. Наличие контроля исправности	—	Возможность обнаружения и локализации неисправности
1.27. Уровень помех	—	Электромагнитная совместимость
1.28. Габаритные размеры, мм	—	—
<i>2. Показатели надежности</i>		
2.1. Вероятность безотказной работы за заданное время; доля единицы для указанной наработки на отказ, ч	$P(t)$ T_0	Безотказность
2.2. Установленная безотказная наработка, ч	$T_{ц}$	Безотказность
2.3. Установленный срок службы, годы	$T_{слц}$	Долговечность
2.4. Полный средний срок службы, средний срок службы до среднего ремонта	$t_{сл}$	—>—
2.5. Полный установленный ресурс, установленный ресурс до среднего ремонта, ч		—>—
2.6. Коэффициент готовности	$K_{г}$	Безотказность
2.7. Среднее время восстановления, мин	$T_{в}$	Ремонтпригодность

Показатели качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
<i>3. Показатели экономного использования материалов и энергии</i>		
3.1. Масса, кг	М	Экономичность по расходу материалов
3.2. Потребляемая мощность, Вт (В—А)	—	Экономичность по потреблению энергии
2.3. Масса удельная, кг/ед. основного показателя назначения	—	Экономичность по расходу материалов
2.4. Мощность потребления удельная, В—А/ед. основного показателя назначения	—	Экономичность по потреблению энергии
<i>4. Эргономические показатели</i>		
4.1. Показатель соответствия изделия и его элементов размерам тела человека и его частей	—	Соответствие изделия и его элементов размерам тела человека и его частей
4.2. Показатель соответствия изделия возможностям органов зрения человека	—	Соответствие изделия возможностям органов зрения человека
4.3. Показатель соответствия изделия возможностям человека по восприятию, хранению и переработке информации	—	Соответствие изделия возможностям человека по восприятию, хранению и переработке информации
4.4. Показатель уровня микроклиматических факторов	—	Уровень микроклиматических факторов
4.5. Показатель уровня освещенности	—	Уровень освещенности
4.6. Показатель уровня шума	—	Уровень шума
<i>5. Эстетические показатели</i>		
5.1. Соответствие современным эстетическим представлениям	—	Информационная выразительность
5.2. Функциональность	—	—
5.3. Показатель уровня композиционного решения	—	Уровень композиционного решения
5.4. Показатель совершенства производственного исполнения (товарный вид)	—	Совершенство производственного исполнения

Показатели качества	Обозначение показателя	Характеризуемое свойство
<i>6. Показатели технологичности</i>		
6.1. Трудоемкость изготовления, н/ч	—	Затраты труда на изготовление
6.2. Технологическая себестоимость, р	—	Сумма затрат на осуществление технологических процессов изготовления
<i>7. Показатели транспортабельности</i>		
7.1. Устойчивость к транспортной тряске	—	Сохранение работоспособности после транспортировки
7.2. Устойчивость к воздействию внешней среды при транспортировке	—	То же
<i>8. Показатели стандартизации и унификации</i>		
8.1. Коэффициент применяемости	$K_{пр}$	Насыщенность стандартными и унифицированными составными частями
8.2. Коэффициент повторяемости	$K_{п}$	Насыщенность повторяющимися составными частями
<i>9. Патентно-правовые показатели</i>		
9.1. Показатель патентной защиты	$\Pi_{пз}$	Степень защиты авторскими свидетельствами и патентами
9.2. Показатель патентной чистоты	$\Pi_{пч}$	Возможность реализации за рубежом
<i>10. Показатели безопасности</i>		
10.1. Электрическая прочность изоляции, кВ	—	Обеспечение безопасности обслуживания
10.2. Электрическое сопротивление изоляции, МОм	—	Значение токов утечки

Примечание. Показатели качества изделий, приведенные в этой таблице, могут быть дополнены показателями, которые отражают особенности функционального назначения, области применения и др.

Приложение 29

Значения коэффициента реновации в зависимости от срока службы средств и орудий труда долговременного применения (техники)

$t_{\text{сл}}$	H	$t_{\text{сл}}$	H	$t_{\text{сл}}$	H	$t_{\text{сл}}$	H
1	1,0000	6	0,1296	11	0,0540	20	0,0175
2	0,4762	7	0,1054	12	0,0468	25	0,0102
3	0,3021	8	0,0874	13	0,0408	30	0,0061
4	0,2155	9	0,0736	14	0,0357	40	0,00226
5	0,1638	10	0,0627	15	0,0315	50	0,00086

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	5
1.1. Понятие частных технических решений и их значение для обоснования, эффективности и защиты проекта (работы)	5
1.2. Обоснование частных технических решений прямым расчетом затрат и экономии	6
1.3. Обоснование частных технических решений методами математического программирования	11
1.4. Задачи технико-экономического проектирования сложных радиотехнических систем и методы их решения	13
1.5. Обоснование частных технических решений методами взвешенной оценки	19
1.6. Обоснование выбора варианта технологического процесса по технологической себестоимости	29
1.7. Обоснование выбора варианта технологического процесса по приведенным годовым затратам	39
1.8. Функционально-стоимостный анализ	42
2. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗРАБОТОК	45
2.1. Понятие технического уровня разработок и методы его оценки	45
2.2. Оценка технического уровня приборов и систем	50
2.3. Оценка технического уровня технологических процессов	57
3. СЕБЕСТОИМОСТЬ И ЦЕНА РАЗРАБОТОК И ИЗДЕЛИЙ	59
3.1. Методы расчета себестоимости изделий	59
3.2. Методы расчета затрат на НИР и ОКР	66
3.3. Методы расчета затрат на разработку, внедрение и эксплуатацию САПР	70
3.4. Методы расчета цены на новое изделие	74
3.5. Методы расчета цены на продукцию НИР и ОКР	76
4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ	80
4.1. Понятие экономической эффективности разработки	80
4.2. Методы определения экономической эффективности разработки	81
4.3. Расчет экономии на эксплуатационных расходах	85
4.4. Расчет экономии при производстве и использовании продукции	87

4.5. Расчет капитальных вложений	88
4.6. Выбор базового варианта (аналога) для сравнения и приведение сравнимых затрат к сопоставимому виду	89
4.7. Рекомендации по расчету затрат на разработку, производство и использование продукции	91
5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ УЛУЧШЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	94
5.1. Расчет экономической эффективности от повышения надежности	94
5.2. Расчет экономической эффективности от повышения долговечности РЭА	107
5.3. Расчет экономической эффективности от снижения массы	115
5.4. Расчет экономической эффективности от применения безотходных технологий	129
6. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕХА (УЧАСТКА)	135
6.1. Расчет производственной программы и производственной мощности	135
6.2. Расчет показателей по труду и заработной плате	145
6.3. Расчет себестоимости, прибыли и рентабельности	150
6.4. Сводная таблица технико-экономических показателей работы цеха (участка)	157
6.5. Организация производства в цехе (на участке)	158
6.6. Гибкие автоматизированные производства и системы	161
7. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ В ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ И РАБОТАХ	172
7.1. ТЭО в исследовательских дипломных работах	172
7.2. ТЭО в схемно-конструкторских дипломных проектах	174
7.3. ТЭО в конструкторско-технологических дипломных проектах	175
7.4. Технико-экономическое обоснование в проектах САПР	176
7.5. ТЭО в технологических дипломных проектах	177
8. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ	180
8.1. Преддипломная практика в НИИ	180
8.2. Преддипломная практика в ОКБ	180
8.3. Преддипломная практика на серийном заводе	181
8.4. Порядок прохождения преддипломной практики	182
Библиографический список	182
Приложения	185

*Гольянов Владимир Петрович
Глазунов Владислав Александрович
Глухов Виктор Павлович*

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ
ПРИ ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Редактор Н. Д. Чайникова
Техн. редактор Г. А. Усачева
Корректор Н. С. Куприянова

Св. пл. № 1175
Сдано в набор 8.01.92 г. Подписано в печать 3.08.92 г.
Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная.
Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл.печ.л. 12,09. Усл.кр.-отг. 12,33. Уч.-изд.л. 12,15.
Тираж 500 экз. Заказ № 2. Арт. С.-1175/92.

Самарский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Тип. ИПО Самарского авиационного института.
443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.