

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ИСиА

Икономическая оценка IT-проектов

**Методические указания для практических
занятий Направление подготовки 09.03.02
Информационные системы и технологии
Направленность (профиль)
Информационные системы и технологии в
бизнесе**
Учебно-методическое пособие

Методические указания. Парктикум по расчету себестоимости программного продукта и экономической эффективности внедрения. Учеб.-методич.пособие.– Невинномысск: НТИ(филиал) СКФУ 2022. – 68 с.

В методических указаниях рассмотрены вопросы трудоемкости и длительности разработки программного обеспечения в зависимости от группы сложности программного продукта с учетом затрат на заработную плату разработчиков, амортизационных отчислений, накладных расходов, и в конечном счете, расчета себестоимости разработки программного обеспечения.

УДК 338

© Э.Е. Тихонов, 2021

Библиографический список

1. Кочетов В. В. Инженерная экономика: учебник / В. В. Кочетов, А.А. Колобов, И. Н. Омельченко/ Под ред. А. А. Колобова, А. И. Орлова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / Под ред. В. В. Косова, В. Н. Лившица, А. Г. Шахназарова. – М.: Экономика, 2008.
3. Смирнова Г. Н. Проектирование экономических информационных систем: учебник / Г. Н. Смирнова, А. А. Сорокин, Ю. Ф. Тельнов; под ред. Ю. Ф. Тельнова. – М.: Финансы и статистика, 2008.
4. Кожевникова. Н. Н. Экономика и управление в машиностроении. – М.: Академия, 2006.
5. Каримов В. Э. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отдельных отраслях производственной сферы. – М.: Дашков и К, 2008.

Отчисления на социальное страхование составляют 34% от всей заработной платы и вычисляются по формуле (4.25):

$$\text{Соц. отчисления} = 0.34 \times 64\,371 = 21\,886 \text{ руб.} \quad (4.25)$$

Накладные расходы, связанные с управлением и обслуживанием, содержанием и эксплуатацией оборудования и прочими дополнительными затратами на обеспечение процессов производства и обращения, составляют 50% от фонда заработной платы и составляют:

$$\text{Знакл} = 0.5 \times 64\,371 = 32\,185 \text{ руб.}$$

Суммарные расходы на разработку программного обеспечения считаются как сумма фонда заработной платы, эксплуатационных затрат, затрат на социальное страхование, накладных расходов и расходов на материалы и комплектующие.

Итоговая стоимость разработки программного обеспечения представлена в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Результирующая таблица себестоимости

Статья расходов		Сумма, руб.	Структура затрат, %
ФЗП	<i>Зосн</i>	53 643	43.844
	<i>З доп</i>	10 728	8.76
Накладные расходы, <i>С_{накл}</i>		32 185	26.34
Социальное страхование, <i>СС</i>		21886	17.91
Эксплуатационные затраты	<i>Зэкспл</i>	1247	1.02
	<i>Зто</i>	660	0.54
	<i>Агод</i>	1411	1.15
Материалы и комплектующие, <i>С_{МК}</i>		396	0.324
Итого:		122 156	100

Содержание

Введение.....	5
1. Определение показателей экономической эффективности.....	8
1.1. Общие теоретические сведения.....	8
1.2. Расчет единовременных затрат.....	14
1.3. Расчет затрат на создание программного обеспечения.....	16
1.4. Расчет текущих затрат.....	17
2. Пример оценки экономической эффективности создаваемого АРМ специалиста.....	19
2.1. Формирование входных данных для расчета.....	19
2.2. Расчет затрат на создание и функционирование АРМ.....	21
2.3. Расчет экономической прибыли за счет сокращения сроков выполнения задач.....	22
3. Предварительное экономическое обоснование целесообразности применения интегрированных САПР.....	25
3.1. Оценка границы экономической эффективности применения интегрированного решения конструкторско–технической задачи.....	28
3.2. Определение показателей экономической эффективности использования интегрированной САПР.....	36
3.3. Пример расчете годового экономического эффекта от внедрения САПР «Автопроект 9.3».....	42
3.3.1. Исходные данные для расчета.....	42
3.3.2. Расчет годового экономического эффекта.....	43
4. Себестоимость программного продукта.....	50
4.1. Классификация затрат.....	50
4.2. Оценка себестоимости разработки программного продукта методом калькуляции по статьям.....	51
4.2.1. Калькуляция прямых затрат на материалы.....	51
4.2.2. Калькуляция прямых затрат на труд.....	51

4.2.3. Калькуляция затрат на содержание и эксплуатацию ПЭВМ.....	52
4.2.4. Калькуляция накладных затрат.....	54
4.2.5. Калькуляция полной себестоимости разработки программного продукта.....	55
4.3. Пример расчета себестоимости программного продукта.....	55
4.3.1. Основные статьи расходов при разработке программы.....	56
4.3.2. Расчет трудоемкости разработки программного обеспечения.....	57
4.3.3. Расчет затрат на разработку программного обеспечения.....	61
4.3.4. Дополнительные статьи расходов.....	62
Библиографический список.....	67

$$Z_{\text{экспл.}} = t'_{\Sigma} \frac{C_{\Sigma}}{F_{\text{э.ф.}}}, \quad (4.23)$$

где $C_{\Sigma} = C_{\text{эл}} + C_{\text{ТО}} + A_{\text{год}}$ – суммарная годовая стоимость эксплуатационных затрат,

$F_{\text{э.ф.}}$ – эффективный фонд рабочего времени, вычисленный по формуле (4.22),

t'_{Σ} – общее время использования ЭВМ для решения задачи, вычисляемое аналогично формуле (4.12), учитывая лишь время работы на компьютере:

$$t'_{\Sigma} = t_{\text{пр}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{д}} = 683[\text{час}].$$

Следовательно, суммарные затраты на эксплуатацию ЭВМ будут составлять: $Z_{\text{экспл}} = 3258$ руб., а сам временной коэффициент вычисляется по формуле (4.24):

$$w = \frac{Z_{\text{экспл}}}{C_{\Sigma}} = 0.3377 \quad (4.24)$$

Таким образом, учитывая временной коэффициент, из суммарных эксплуатационных затрат скорректируем:

- затраты на электроэнергию $C_{\text{эл}} = C_{\text{эл}} \times w = 1622$ руб.;

- амортизационные отчисления $A^*_{\text{год}} = A_{\text{год}} \times w = 1411$ руб.

Рассчитаем скорректированные эксплуатационные затраты:

$$Z_{\text{экспл}} = 683 \times \frac{1622 + 660 + 1411}{258 \times 8 \times 0.98} = 1247 \text{ руб.}$$

Кроме того, существуют расходы, зависящие от размера фонда заработной платы, вычисляемого по формуле (4.16). К ним относят отчисления на социальное страхование и накладные расходы.

T_n – нормативный срок службы (для персонального компьютера примем $T_n = 6 \text{ лет}$).

Таким образом, получаем: $A \text{ год} = 4180 \text{ руб.}$

При написании программного обеспечения также учитываются затраты на электроэнергию. Стоимость электроэнергии вычисляется по формуле (4.21):

$$C_{эл} = M \times Kз \times Fэ.ф. \times C_{квтч}, \quad (4.21)$$

где M - мощность ЭВМ (450 Вт);

$Kз$ – коэффициент загрузки (0.8);

$C_{квтч}$ – стоимость 1 кВт-час электроэнергии (на 01.01.2011 г – 6.6. руб.);

$Fэ.ф.$ – эффективный фонд рабочего времени, рассчитывается по формуле (4.22):

$$Fэ.ф. = D_{ном} \times d \times \left(1 - \frac{f}{100\%}\right), \quad (4.22)$$

где $D_{ном} = 258$ – номинальное число рабочих дней в году;

$d = 8$ – продолжительность рабочего дня [час];

$f = 2\%$ - планируемый процент времени на ремонт ЭВМ.

При данных значениях параметров и коэффициентов стоимость электроэнергии составит $C_{эл} = 4805 \text{ [руб]}$.

Однако полученные значения амортизационных отчислений и затрат на электроэнергию необходимо скорректировать в соответствии с временным коэффициентом, который определяется исходя из суммарных годовых эксплуатационных затрат, которые рассчитываются по формуле (4.23):

Введение

Данные методические указания предназначены для обоснования экономической эффективности дипломных проектов и работ, выполняемых студентами специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)».

Методические указания содержат методические положения по организации работы по вопросам экономического обоснования дипломных проектов и работ по расчету экономической эффективности.

Раздел «Обоснование экономической эффективности дипломного проекта (работы)» является обобщающим разделом дипломного проекта (работы), в котором приводится количественное и качественное доказательство экономической целесообразности создания программного продукта, а также определение организационно-экономических условий его эффективного функционирования.

Данный раздел включает:

- выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности проекта (работы);
- расчет показателей экономической эффективности проекта (работы).

Развитие научно-технического прогресса на современном этапе в значительной мере зависит от внедрения вычислительной техники во все сферы человеческой деятельности, в том числе и в научно-исследовательские проекты. Создаваемые на базе компьютеров информационные системы позволяют обрабатывать большое количество информации и своевременно принимать управленческие решения в различных сферах, где требуется обработка большого количества данных. А это, в свою очередь, требует разработки средств программного обеспечения. По оценкам специалистов затраты на это растут быстрее, чем на

создание вычислительной техники, поэтому разработчики программ должны учитывать не только техническую, но и экономическую целесообразность разработки и внедрения программного обеспечения, которая определяется экономическим эффектом, который будет получен производителями при их реализации и потребителями при их использовании. По величине ожидаемого экономического эффекта принимается решение о целесообразности инвестиций в разработку того или иного программного продукта. По характеру объекта вложений, инвестиции в разработку программного обеспечения относят к интеллектуальным инвестициям.

При создании программного продукта очень важно оценить его стоимость. Это тем более важно, если программный продукт является востребованным и имеет все шансы конкурентоспособно выйти на рынок программного обеспечения.

Под эффективностью будем понимать меру соотношения затрат и результатов функционирования программного продукта. Оценка его экономической эффективности позволяет определить целесообразность создания и развития автоматизированной информационной системы, а также организационно-экономические условия ее эффективного функционирования.

Наиболее часто при оценке эффективности капитальных вложений прибегают к *внутренней норме доходности*. Под внутренней нормой доходности понимают ту расчётную ставку процентов, при которой капитализация регулярно получаемого дохода даёт сумму, равную инвестициям и, следовательно, капиталовложения являются окупаемой операцией.

Анализ чувствительности заключается в получении модельных оценок эффекта и эффективности для широкого диапазона возможных условий, в выявлении на этой базе

тельных статей расходов. При написании программы на ЭВМ в качестве оборудования предполагается персональный компьютер, стоимость которого составляет: $C_{обор} = 26400$ руб.

Расходы на материалы и комплектующие, используемые в процессе написания программного продукта ($C_{м.к.}$), а также затраты на техническое обслуживание и ремонт ($C_{то}$) составляют, соответственно, 1.5% и 2.5% от стоимости оборудования (формулы 4.17 -4.19):

$$C_{м.к.} = 0.015 \times C_{обор} = 396 \text{ руб.} \quad (4.17)$$

$$C_{то} = 0.025 \times C_{обор} = 660 \text{ руб.} \quad (4.18)$$

Амортизационные отчисления - процесс постепенного перенесения стоимости средств труда по мере их физического и морального износа на стоимость производимой с их помощью продукции в целях аккумуляции денежных средств для последующего полного восстановления. Амортизационные отчисления производятся по установленным нормам амортизации, выражаются в процентах к балансовой стоимости оборудования и рассчитываются по формуле (4.19):

$$A_{год} = C_{обор} \times \frac{Ha}{100\%}, \quad (4.19)$$

где Ha – норма амортизации, которая рассчитывается по формуле (4.20):

$$Ha = \frac{C_{обор} - C_{ликв}}{T_n \times C_{обор}} \times 100\%, \quad (4.20)$$

где $C_{ликв}$ – ликвидационная стоимость, составляет 5% от стоимости оборудования: $C_{ликв} = 0.05 \times C_{обор} = 1320$ руб;

Змес. – месячная заработная плата одного специалиста (10850 руб.)

Таким образом, основная заработная плата будет составлять:

$$Z_{осн} = \frac{853}{21 \times 8} \times 10850 = 53643 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

Дополнительная заработная плата составляет 20% от основной заработной платы, рассчитывается по формуле (4.15):

$$Z_{доп} = 0.2 \times Z_{осн} = 10728 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

Суммарная заработная плата (или фонд заработной платы, ФЗП) вычисляется как сумма основной и дополнительной заработных плат по формуле (4.16):

$$\Phi ЗП = Z_{осн} + Z_{доп} = 64371 \text{ руб.} \quad (4.16)$$

4.3.4. Дополнительные статьи расходов

Среди дополнительных статей расходов на разработку программного обеспечения выделяют: расходы на материалы и комплектующие (стоимость самого оборудования, то есть компьютера, в расчет не берется), отчисления на социальное страхование, накладные расходы, амортизационные отчисления, затраты на техническое обслуживание оборудования и стоимость потраченной электроэнергии при работе на компьютере.

Стоимость оборудования хоть и не включается в себестоимость разработки программного обеспечения, но все же используется при расчете некоторых других дополни-

наиболее важных входных параметров системы. Наконец, анализ чувствительности позволяет выявить закономерности динамики результатов функционирования анализируемого программного продукта в зависимости от изменения каждого из параметров.

Необходимость в такой детальной информации определяется прежде всего значительной условностью получаемых оценок эффекта и эффективности. В свою очередь, условность результатов связана с использованием в расчете различных величин, значение которых относится к будущему. Большая условность кроется в принятых гипотезах о распределении во времени поступлений доходов, издержек производства, ценах и т.д.

Экономическая эффективность автоматизированной системы определяется:

- экономической оценкой результатов влияния системы на конечный результат их использования;
- экономической оценкой результатов влияния на технологические процессы подготовки, передачи, переработки данных в вычислительных системах.

1. Определение показателей экономической эффективности

1.1. Общие теоретические сведения

Эффективность любого программного изделия оценивается на различных этапах жизненного цикла.

Затраты на создание и эксплуатацию программного изделия представляют собой сумму капитальных (единовременных) затрат и капитальных вложений. В состав капитальных вложений входят все единовременные затраты, осуществляемые как изготовителем, так и пользователем программного изделия.

В состав капитальных затрат ППП автоматизированной системы входят:

затраты разработчика на доработку и адаптацию к конкретным условиям внедрения;

затраты пользователя на приобретение программного изделия;

затраты пользователя на привязку и освоение программного изделия.

Текущие затраты пользователя на эксплуатацию программного изделия состоят из затрат на оплату времени работы вычислительных ресурсов, затрат на устройства ввода-вывода и хранения данных (магнитные диски), необходимых для выполнения функций программы.

Основными источниками экономии при создании и использовании программного изделия являются качество создания программного продукта, снижение трудоемкости процессов создания программных изделий и услуг по их внедрению и сопровождению, снижение доли условно-постоянных расходов, приходящихся на программные изделия.

$$t_0 = \frac{Q}{(4 \div 5)^k} = 397 \text{ [чел.час]} \quad (4.10)$$

Затраты труда на подготовку документов по задаче состоят из затрат труда на подготовку рукописей и времени на оформление документов и вычисляются по формуле (4.11):

$$\begin{aligned} T_{п.д.} &= t_{рук} + t_{оф} = \frac{Q}{(20 \div 25)^k} + 0.75 t_{рук} = \\ &= 113 + 85 = 198 \text{ [чел.час]} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Суммарные затраты труда рассчитываются как сумма составных затрат труда:

$$t_{\Sigma} = 52 + 30 + 88 + 88 + 397 + 198 = 853 \text{ [чел.час]} \quad (4.12)$$

4.3.3. Расчет затрат на разработку программного обеспечения

Заработная плата складывается из двух составляющих: основной заработной платы и дополнительной.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле (4.13):

$$Z_{осн} = \frac{t_{\Sigma}}{t_{cp} \times 8ч} \times 3мес, \quad (4.13)$$

где t_{Σ} – суммарные затраты труда, вычисляемые по формуле (4.12);

t_{cp} – среднее число дней в месяце, равно 21 дню, умножается на количество часов в рабочем дне - 8;

$$tu = \frac{Q \times B}{(75 \div 85)^k}, \quad (4.7)$$

где Q – базовый коэффициент;
 B – коэффициент недостаточности описания задачи, который берется из таблицы 3 и равен 1,2;
 k – коэффициент квалификации программиста, зависит от стажа работника и определяется из таблицы 4.7.

Таблица 4.7

Коэффициенты квалификации программиста

Опыт работы	Коэффициент квалификации
До двух лет	0.8
2-3 года	1
3-5 лет	1.1-1.2
5-7 лет	1.3-1.4
более 7 лет	1.5-1.6

По таблице определяем коэффициент $k = 0.8$.

Таким образом, находим затраты труда на исследование алгоритма решения задачи: $t_u = 30$ [чел.час].

Затраты труда на разработку блок-схем алгоритмов вычисляются по формуле (4.8):

$$ta = \frac{Q}{(20 \div 25)^k} = 88 \text{ [чел.час]} \quad (4.8)$$

Затраты труда на программирование алгоритма по блок-схеме и отладку программы вычисляются по формулам (4.9 -4.10)

$$tn = \frac{Q}{(20 \div 25)^k} = 88 \text{ [чел.час]} \quad (4.9)$$

При оценке эффективности создаваемого программного продукта используют обобщающие и частные показатели.

К основным обобщающим показателям экономической эффективности относятся:

- годовой экономический эффект;
- коэффициент экономической эффективности функционирования программного продукта;
- срок окупаемости системы.

Эффект – планируемый или фактический результат инновационной деятельности. Он может включать научный, научно-технический, экономический, социальный и экологический эффекты, находящиеся в тесной взаимосвязи.

Научный эффект характеризуется получением новых научных результатов, увеличивающих знания о природе, технике и обществе, развивающих теоретическую базу и позволяющих выявить новые закономерности, которые могут быть использованы на практике.

Технический эффект характеризуется получением в результате научных разработок новых данных, применение которых способствует совершенствованию техники, технологии, материалов.

Экономический эффект проявляется в процессе использования на практике результатов научных исследований.

Результатом *социального эффекта* является улучшение условий труда, повышение квалификации работников, их высвобождение от физического и монотонного труда и т.д.

Годовой экономический эффект от разработки и внедрения программного продукта определяется как разность между годовой экономией (или годовым приростом

прибыли) от функционирования системы и суммарными затратами на создание системы:

$$\mathcal{E} = \Pi - K, \quad (1.1)$$

где \mathcal{E} – годового экономического эффект, тыс.руб.;

Π – годовая экономия (годовой прирост прибыли), тыс.руб.;

K – суммарные затраты, тыс. руб.

Коэффициент экономической эффективности единовременных затрат (E_k) представляет собой отношение годовой экономии (годового прироста прибыли) к единовременным затратам (P) на разработку и внедрение программного продукта:

$$E_k = \Pi / P \quad (1.2)$$

Срок окупаемости (T) представляет собой отношение единовременных суммарных затрат на разработку и внедрение программного продукта к годовой экономии (годовому приросту прибыли):

$$T = P / \Pi \quad (1.3)$$

Расчет перечисленных обобщающих показателей предполагает предварительное вычисление частных показателей, характеризующих создаваемый или модернизированный программный продукт, таких как:

- годовая экономия (годовой прирост прибыли);
- единовременные затраты на разработку и внедрение системы;
- длительность обработки информации;
- надежность технических средств;

сеть от базового показателя, рассчитываемого по формуле (4.5).

Затраты труда на подготовку и описание задачи может определяться эмпирически или по формуле (4.6):

$$toж = \frac{T_{min} + 4T_{н.в.} + T_{max}}{6} = \frac{26 + 4 \times 52 + 78}{6} = 52[\text{чел.час}], \quad (4.6)$$

где T_{max} – трудоемкость операции в наиболее неблагоприятных условиях (пессимистическая оценка);

T_{min} – трудоемкость операции при благоприятных условиях (оптимистическая оценка);

$T_{н.в.}$ – трудоемкость операции при нормальных условиях (наиболее вероятная оценка).

Ориентировочные величины оценки трудоемкости операции подготовки описания задачи в зависимости от числа операторов q приводятся в таблице 4.6

Таблица 4.6

Оценка времени подготовки описания задачи

q	T_{min}	$T_{н.в.}$	T_{max}
100	10	15	20
500	20	35	50
1000	25	50	75
1500	30	60	90
2000	40	70	100
2500	50	80	110
5000	70	110	150
10000	100	150	200

Затраты труда на исследование алгоритма решения задачи определяются формулой (4.7):

Сложность определяется исходя из типа решаемых задач: 1 – алгоритмы оптимизации и моделирования систем, 2 – задачи учета, отчетности и статистики, 3 – стандартные алгоритмы. Кроме того, в таблице указан коэффициент недостаточности описания программы.

Таблица 4.5

Коэффициенты расчета трудоемкости

Язык программирования	Группа сложности	Степень новизны				Коэффициент В
		А	Б	В	Г	
Высокого уровня	1	1,38	1,26	1,15	0,69	1,2
	2	1,30	1,09	1,08	0,65	1,35
	3	1,20	1,10	1,00	0,60	1,5
Низкого уровня	1	1,58	1,45	1,32	0,79	1,2
	2	1,49	1,37	1,24	0,74	1,35
	3	1,38	1,26	1,15	0,69	1,5

Программа "Моделирование турбулентного поля" написана на языке высокого уровня, относится к моделированию систем и является принципиально новой разработкой; то есть коэффициент сложности программы в данном случае: $c = 1,38$. Таким образом, базовый показатель: $Q = 1589$.

Далее, рассчитаем составляющие затраты труда, среди которых выделяют: затраты труда на подготовку и описание алгоритма, затраты труда на исследование алгоритма, затраты труда на разработку алгоритма, затраты труда на программирование и отладку и затраты труда на подготовку документации. Почти все эти параметры будут зави-

- увеличение затрат вследствие ненадежности КТС (комплекса технических средств);
- достоверность и др.

Годовая экономия функционирования программного продукта рассчитывается следующим образом:

$$П = (П1 + П2 + П3) (1 + E_n DT), \quad (1.4)$$

где П1 – экономия, получаемая в t – году в результате сокращения затрат трудовых и материальных ресурсов, руб./год;

П2 – экономия, получаемая в t– году в результате повышения качества новой техники, ее потребительских свойств, руб./год;

П3 – дополнительная прибыль в t – году от приоритетной новизны решения, полученного в автоматизируемой системе в кратчайшие сроки, руб./год;

E_n – норматив эффективности капитальных вложений (руб./год)/руб.

Значение E_n представляет собой минимальную норму эффективности капитальных вложений, ниже которых они нецелесообразны, и принимается в размере среднего банковского процента за кредит. Условно примем $E_n = 0.2$.

ΔT – сокращение длительности автоматизируемого процесса, лет.

В соответствии со значением разрабатываемого программного продукта, (АРМ, САПР) расчет показателей П1, П2 и П3 имеет свои особенности и производится применительно к конкретным объектам автоматизации.

Суммарные затраты на создание и внедрение программного продукта (К), приведенные в формуле (1), определяются следующим образом:

$$K = I_{\Sigma} + (k_p + E_n) \times P, \quad (1.5)$$

где I_{Σ} – годовые текущие издержки на функционирование программного продукта (без учета амортизации на реновацию), руб.;

P – единовременные затраты на создание программного продукта, руб.;

k_p – норма реновации основных фондов функционирования программного продукта, определяемая с учетом фактора времени;

$$k_p = E_n / [(1 + E_n)^{T_{сл}} - 1] \quad (1.6)$$

где $T_{сл}$ – срок службы средств технического обеспечения системы, лет;

E_n – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений.

Если для коэффициента E_k в формуле (2) выполняется условие $E_k \geq E_n$, капитальные вложения считаются экономически эффективными.

Значения коэффициента реновации k_p в зависимости от срока службы приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Значение коэффициента реновации k_p

Срок службы	k_p	Срок службы	k_p	Срок службы	k_p
1	1,0000	6	0,1296	11	0,0540
2	0,4762	7	0,1054	12	0,0468
3	0,3021	8	0,0874	13	0,0408
4	0,2155	9	0,0736	14	0,0352
5	0,1638	10	0,0627	15	0,0315

разработке были учтены такие современные рекомендации к структурному программированию, как отсутствие условных и безусловных переходов, запись операторов в одну строку (за несущественными исключениями), линейный подход к программированию. Следовательно, за число операторов в программе можно взять число строк в программе. Следует отметить, что в это число не входят комментарии, указания и заголовки, так как эти конструкции не используются при нормальном функционировании программы.

4.3.2 Расчет трудоемкости разработки программного обеспечения

Базовый показатель для определения составляющих затрат труда вычисляется по формуле:

$$Q = q \times c \times (1 + p), \quad (4.5)$$

где q – число операторов (исходных команд) в программном продукте, равно 1086;

c – коэффициент сложности программы;

p – коэффициент коррекции программы в ходе ее разработки, зависит от точности и корректности поставленной задачи - принимаем равным 0.06.

Коэффициент сложности программы определяется из таблицы 4.5 на пересечении "группы сложности" и "степени новизны". При этом новизна определяется по принципу: А – разработка принципиально новых задач, Б – разработка оригинальных программ, В – разработка программ с использованием типовых решений, Г – разовая типовая задача.

щей ЭВМ, составляющие текст программы в объектном коде; слова памяти, обусловленные структурой данной реализующей ЭВМ, используемые для хранения исполняемой программы и/или базы данных при функционировании программных средств).

Объем программы, размещаемой на ЭВМ, влияет на характеристики и стоимость машин, которая зависит от необходимой памяти и производительности ЭВМ. Учитывая, что при разработке программы "Моделирование турбулентного поля" выбор ЭВМ не производился и конкретные требования к реализующей машине не предъявлялись, будем пользоваться единицами первой группы.

4.3.1. Основные статьи расходов при разработке программы

Основной труд специалиста, разрабатывающего программное обеспечение, вкладывается в разработку текста программы и разработку алгоритмов, по которым текст написан. Желательно, чтобы выбранная единица измерения была бы в наибольшей степени адекватна трудоемкости разработки. Базовым показателем для определения составляющих затрат труда является условное число операторов в программе.

Разные источники советуют считать за число операторов в программе следующие величины:

- число команд на языке ассемблера;
- число логических операторов в программе, операторов перехода, арифметических операторов и других операторов в исходном коде программы;
- число строк в программе (для языков высокого уровня).

Программа "Моделирование турбулентного поля" разрабатывалась на языке высокого уровня С++. При его

Экономический эффект функционирования программного продукта за весь расчетный период определяется разностью суммарных результатов:

$$Э_0 = П_0 - К_0 \quad (1.7)$$

Суммарные по годам расчетного периода экономия и затраты рассчитываются следующим образом:

$$П_0 = S \sum Pt \times at \quad (1.8)$$

$$К_0 = S \sum Kt \times at, \quad (1.9)$$

где $\sum Pt$ и $\sum Kt$ – соответственно экономия и затраты в t -м году расчетного периода, руб.;

αt – коэффициент приведения разновременных затрат и результатов к расчетному году.

Значения α для различных временных интервалов приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Значения коэффициентов приведения к расчетному году

Число лет, предшествующих расчетному году	α	Число лет, следующих за расчетным годом	α
5	1,6105	1	0,9091
4	1,4641	2	0,8264
3	1,3310	3	0,7513
2	1,2100	4	0,6830
1	1,1100	5	0,6209
0	1,0000	6	0,5645

1.2. Расчет единовременных затрат

Единовременные затраты на создание программного продукта определяются по формуле:

$$P = P_{\Pi} + P_K, \quad (1.10)$$

где P_{Π} – предпроизводственные затраты, руб.;
 P_K – капитальные затраты на создание, руб.

Предпроизводственные затраты на создание программного продукта определяются по формуле:

$$P_{\Pi} = P_{\Pi P} + P_{\Pi O} + P_{\Pi IO} + P_{\Pi BВ} \quad (1.11)$$

где $P_{\Pi P}$ – затраты на проектирование, руб.;

$P_{\Pi O}$ – затраты на программирование, создание программных изделий, образующих программное обеспечение продукта, руб.;

$P_{\Pi IO}$ – затраты на подготовку информационного обеспечения длительного пользования, включение в состав программного продукта информационно-поисковой базы, создание базы данных, руб.;

$P_{\Pi BВ}$ – затраты на отладку и ввод программного продукта в работу, руб.

В случае использования в проектируемой системе типовых проектных решений в расчет принимаются только затраты на разработку оригинальных решений для данного предприятия или конкретного назначения и на привязку к нему типовых проектных решений.

Предпроизводственные затраты могут быть определены также через сметную стоимость работ по созданию

4.2.5. Калькуляция полной себестоимости разработки программного продукта

Таблица 4.4

Калькуляция темы

N	Наименование статьи расходов	Затраты, тыс. руб.
1.	Расходные материалы	
2.	Прямые затраты на труд	
3.	Затраты на содержание и эксплуатацию ЭВМ	
4.	Накладные расходы	
5.	Прочие расходы	
ИТОГО		

4.3. Пример расчета себестоимости программного продукта

Объем исходных текстов программы отражает трудоемкость и длительность разработки программного обеспечения и позволяет оценивать относительные характеристики производительности труда специалистов-разработчиков. Объем программ в современных публикациях приводится в различных единицах, которые можно разделить на две группы:

А) группа, характеризующая объем исходных текстов программ, которые разрабатываются и анализируются программистом (это символы в исходном тексте программы на любых языках программирования; лексемы, объединяющие группы символов, имеющих общее смысловое содержание в тексте программы; операторы языка программирования уровня ассемблера; строки текста программы на языке программирования высокого уровня);

Б) группа, отражающая объем программы, размещаемой в реализующей ЭВМ (это байты, занятые текстом программы в памяти ЭВМ; команды или операции реализующие

4.2.4. Калькуляция накладных затрат

Таблица 4.3

Определение суммарных косвенных затрат предприятия за год

N	Наименование вида расходов	Сумма, тыс. руб./год
1.	Эксплуатационные расходы на содержание производственных помещений (в том числе на электроэнергию, отопление, водоснабжение, услуги связи, ремонт помещений и т.д.) – помимо эксплуатации ЭВМ	
2.	Затраты на содержание службы охраны	
3.	Затраты на содержание административно-управленческого персонала	
4.	Затраты на содержание общетехнических служб (служба стандартов, научно-техническая библиотека, компьютерный стенд для отладки технологий)	
5.	Амортизационные отчисления основных фондов – помимо амортизации ЭВМ	
6.	Затраты на мероприятия по охране труда, пожарной безопасности и производственной санитарии	
7.	Налоги и сборы в бюджет	
ИТОГО		

Определение коэффициента переноса косвенных затрат на себестоимость данного проект:

$K = (\text{Прямые затраты на оплату труда разработчиков по данному проекту } Z) / (\text{Суммарный годовой фонд оплаты труда предприятия в целом})$

Определение накладных расходов по данному проекту:

Накладные расходы проекта = Суммарные косвенные затраты *K

программного продукта, которая рассчитывается по формуле:

$$C = t_{np} \times C_d, \quad (1.12)$$

где t_{np} – приведенная трудоемкость создания программного продукта, чел.-дн.;

C_d – стоимость 1 чел.-дн., руб.

В состав капитальных затрат P_k входят расходы на приобретение комплекса технических средств (КТС) и его стандартного обеспечения, а также расходы на установку КТС, его монтаж и наладку. Величина капитальных затрат определяется по формуле:

$$P_k = P_{kts} + P_{\text{ремонт}} + P_{\text{инв}} + P_{\text{зд}} + P_{\text{ос}} + P_{\text{тр}} + P_{\text{соп}} + P_{\text{высв}}, \quad (1.13)$$

где P_{kts} – сметная стоимость КТС, руб.;

$P_{\text{ремонт}}$ – затраты на установку, монтаж и запуск КТС в работу, руб.;

$P_{\text{инв}}$ – затраты на производственно-хозяйственный инвентарь, руб.;

$P_{\text{зд}}$ – затраты на строительство и реконструкцию зданий для размещения КТС, руб.;

$P_{\text{ос}}$ – сумма оборотных средств, руб.;

$P_{\text{тр}}$ – транспортно-заготовительные расходы, руб.;

$P_{\text{соп}}$ – сметная стоимость системы стандартного обеспечения применения КТС, руб.;

$P_{\text{высв}}$ – остаточная удельная стоимость высвобожденных средств, руб.

Остаточная стоимость определяется на основе первоначальной стоимости оборудования, срока эксплуатации техники и годовой нормы амортизационных отчислений:

$$P_{высв} = P'в \times (1 - a * T_{техн}), \quad (1.14)$$

где $P'в$ – первоначальная стоимость высвобожденных технических средств, руб.;

a – годовая норма амортизации;

$T_{техн}$ – срок эксплуатации высвобожденного оборудования, лет.

1.3. Расчет затрат на создание программного обеспечения

При расчете затрат на создание программного обеспечения ($P_{по}$) используют следующие показатели:

- трудоемкость разработки программного изделия;
- длительность разработки программного изделия.

В качестве основного фактора, определяющего трудоемкость и длительность разработки программного обеспечения, следует принять размер исходного текста записи алгоритмов и данных. За единицу нормирования принимается число исходных команд программного изделия.

Под исходной командой понимается физически представимая строка в бланке программы, на экране дисплея, на распечатке программы и т.п. Для быстрой приближенной оценки трудоемкости и длительности программного изделия может использоваться базовая модель. Затраты труда (или трудоемкость разработки программного изделия t) определяются по формуле, чел.-мес.:

амортизационные отчисления от балансовой стоимости ПЭВМ;

затраты на электроэнергию, расходуемую всеми ПЭВМ фирмы за год;

расходы на профилактику (около 2 % от балансовой стоимости ПЭВМ с периферией);

прочие производственные расходы, связанные с эксплуатацией ЭВМ (около 30% от основной заработной платы работников, обеспечивающих функционирование ПЭВМ).

2. Себестоимость 1-го машино-часа работы ПЭВМ:

$$З_{э/час} = З_{эгодовой} / \Phi_{эф.}, \quad (4.3)$$

где $\Phi_{эф.}$ - эффективный фонд работ ПЭВМ в год (час).

3. Расчет прямых затрат на эксплуатацию ПЭВМ, относящихся к данному программному продукту.

Зная себестоимость 1-го машино-часа работы ПЭВМ и время на создание программного продукта, которое требовало использования ПЭВМ, можно определить расходы на содержание и эксплуатацию ПЭВМ, относящихся к данному программному продукту

$$З_{эп} = З_{э/час} \times T_{сум.}, \quad (4.4)$$

где $T_{сум.}$ – суммарное время этапов, требующих использования ПЭВМ.

Затраты по основной зарплате Z_{Oj} исполнителей для j -того этапа работ равны:

$$Z_{Oj} = \sum_{i=1}^N \frac{T_{O_i}}{23} * O_i, \quad (4.1)$$

где T_{O_i} – общие затраты времени на работу всех исполнителей i -ой должности на данном этапе работ;

O_i – месячный оклад i -ой должности.

Дополнительная заработная плата разработчиков ПП составляет X % от основной заработной платы, где X % определяется учетной политикой предприятия.

Фонд заработной платы представляет собой сумму основной и дополнительной заработной платы.

Отчисления на социальные нужды составляют с 2011 года 34 % от фонда оплаты труда.

ИТОГО прямые затраты на оплату труда

$$Z = \left(\sum_{j=1}^m Z_{Oj} * (1 + x/100) \right) * 1.34 \quad (4.2)$$

4.2.3. Калькуляция затрат на содержание и эксплуатацию ПЭВМ

Расчет себестоимости 1-го машино-часа работы ПЭВМ для предприятия в целом.

1. Сумма годовых затрат каждого компонента себестоимости $Z_{\text{годовые}}$:

суммарная годовая заработная плата работников, обеспечивающих функционирование ПЭВМ (основная, дополнительная);

начисления на ЗП обслуживающего персонала;

$$t = 3,6 \times (n)^{1,2} \quad (1.15)$$

где: n – число тысяч исходных команд.

Длительность разработки программного изделия T рассчитывается по формуле, мес.:

$$T = 2,5 \times (t)^{0,32} \quad (1.16)$$

Производительность труда группы разработчиков программного изделия Pr , исх.команд/чел.-мес., определяется по формуле:

$$Pr = 1000 \times n / t \quad (1.17)$$

Среднее число исполнителей $Чп$ рассчитывается исходя из определенных или заданных характеристик трудоемкости и длительности разработки программного изделия по формуле, чел.:

$$Чп = t / T \quad (1.18)$$

1.4. Расчет текущих затрат

Расчет годовых текущих затрат на функционирование программного продукта (Иг) может выполняться двумя методами.

Первый метод предполагает определение текущих затрат посредством расчета основных составляющих:

$$Иг = Икса + Из, \quad (1.19)$$

где: $Икса$ – годовые текущие затраты на эксплуатацию комплексной система автоматизации (КСА), руб./год;

Из – годовые затраты на заработную плату специалистов в условиях функционирования программного продукта с начислениями, руб./год.

Затраты Икса определяются по формуле:

$$Икса = Иктс + Исоп + Ип + Из, \quad (1.20)$$

где: Иктс – годовые затраты на эксплуатацию КТС без учета заработной платы персонала, руб./год;

Исоп – годовые затраты на поддержание и актуализацию системы обеспечения применения КТС (хранение, обновление, контроль данных и программ), руб./год;

Ип – годовые затраты на содержание и ремонт производственных помещений, руб./год;

Из – годовая зарплата работников группы эксплуатации КСА с начислениями, руб./год.

Второй метод позволяет рассчитывать текущие затраты на функционирование системы путем определения суммарных затрат и общесистемных затрат. При этом годовые текущие затраты Иг определяются по формуле:

$$Иг = \sum_{i=1}^n Иi + Исист, \quad (1.21)$$

где Иi – затраты, вызванные решением i-й задачи (руб./год);

n – число задач, решаемых в течение года;

Исист – общесистемные затраты за год, руб./год.

Выбор одного из методов расчета обуславливается наличием исходных данных для выполнения расчетов, а

б) некоторые косвенные затраты являются частично переменными, т. е. они меняются, но не в прямой зависимости от изменений объема производства:

затраты рабочей силы на вспомогательных операциях,
стоимость отопления,
стоимость электроэнергии,
затраты на вспомогательные материалы;

4.2. Оценка себестоимости разработки программного продукта методом калькуляции по статьям

4.2.1. Калькуляция прямых затрат на материалы:

Таблица 4.1

Затраты на расходные материалы

№ п/п	Наименование материала	Расход, шт.	Цена, руб./шт.	Сумма, руб.
1				
...				
Итого				

4.2.2. Калькуляция прямых затрат на труд

Основная заработная плата:

Таблица 4.2

Основная заработная плата разработчиков ПП

N	Наименование этапа	Непосредственные исполнители		Затраты времени (дни)		Месячный оклад (руб.)	Затраты по основной зарплате (руб.)
		Должности исполнителей	Кол-во человек	Одного работника	Общие		

4. СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

4.1. Классификация затрат

1. По виду зависимости от объемов производства:
переменные затраты AVC (руб./шт.) – в прямой зависимости от объема производства;

условно-постоянные затраты TFC (руб./год) – не зависят от объема выпуска и являются постоянными до тех пор, пока не изменяются условия производства.

2. По способу отнесения на себестоимость изделия:

прямые затраты – т.е., которые можно непосредственно отнести к конкретной единице выпускаемой продукции или к оказанной услуге, – находятся в прямой зависимости от объема производства:

- прямые затраты на сырье и материалы;
- прямые затраты труда (оплата труда разработчиков);
- отчисления на социальное страхование;
- прямые цеховые расходы (к ним относится стоимость эксплуатации ЭВМ).

косвенные затраты – затраты, которые относятся на всю вырабатываемую продукцию в целом и носят более общий характер, их уровень не всегда находится в прямой зависимости от объема производства или затрат времени на изготовление изделия:

а) некоторые косвенные затраты являются постоянными, не зависящими от масштабов производства:

- аренда,
- страхование,
- амортизационные отчисления,
- зарботная плата управленческого персонала,
- некоторые виды налогов;

также стадий создания или функционирования программного продукта, на которых производится расчет.

В период создания программного продукта предпочтение должно быть отдано *второму методу*, а при выполнении расчетов затрат в функционирующей системе целесообразно использовать *первый метод*.

2. ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАВАЕМОГО АРМ СПЕЦИАЛИСТА

2.1. Формирование входных данных для расчетов

Данный расчет экономической эффективности может быть взят за основу для оценки экономической эффективности создаваемого программного продукта.

Для расчета экономической эффективности создаваемого автоматизированного рабочего места (АРМ) необходимо определить ряд исходных параметров, которые удобно представить в виде таблицы.

Таблица 2.1

Исходные данные

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Значения показателя	
			Без АРМ	В условиях АРМ
1	2	3	4	5
1. Количество задач, решаемых за год	№з	задач/год	50	50
2. Трудоемкость обработки информации по одной задаче	tz	час	20 чел./час	0,15 час (маш. времени)
3. Количество документов-отчетов	№д	шт./год	200	200
4. Время печати одного документа-отчета	td	час	3 чел./час	0,1 час (маш. времени)

5. Стоимость одного часа машинного времени	См	руб.	–	150
6. Сметная стоимость КТС	Р _{КТС}	руб.	–	108 500
7. Эксплуатационные расходы на функционирование АРМ (% от сметной стоимости) - амортизация 5 % - текущий ремонт 2 % - содержание оборудования 2,5 % ИТОГО:		руб. руб. руб.		5 425 2 170 2 712,5 10 307,5
8. Удельная стоимость трудозатрат одной машинистки	С _{ММ}	руб./чел.-час	33	–
9. Удельная стоимость трудозатрат специалиста отдела	С _С	руб./чел.-час	67	–
10. Время создания базы данных (БД)	тбд	час маш. вр.	–	4
11. Время отладки и ввода АРМ	твв	час маш. вр	–	4
12. Высвобождение одной штатной единицы секретаря-машинистки – зарплата – единые социальные отчисления (34 %) ИТОГО:	руб. руб.	руб. руб.	5 000 1 700 6 700	– –
13. Программный продукт	п	тыс. исх. команд	–	1
14. Удельная стоимость трудодня программиста	С _{ПР}	руб.	200	200
15. Период функционирования АРМ	Т	лет	–	3

$\text{Эгод} = 429756.9 - 115500 \times 0.2 + 7884.8 = 374790.3$ руб.
Срок окупаемости дополнительных единовременных затрат определяем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{\Delta K_{нр}}{\Delta C_{нр} + \text{Эц}} \quad (3.33)$$

$$T_{ок} = \frac{115500}{429756.9 + 7884.8} = 0.26 \text{ года}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат определяем по формуле:

$$E_{нр} = \frac{\text{Эгод}}{C_{перв} + K_{стр} + K_{нр}} \quad (3.34)$$

$$E_{нр} = \frac{374790.3}{20000 + 76500 + 26000} = 3.2$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат $E_{нр} = 3.2$, что больше нормативного значения $E_{нр} = 0.2$

Вывод: Сокращение затрат на проектирование ТП, снижение себестоимости готовой продукции, экономии за счет сокращения длительности цикла технической подготовки производства позволяет сделать вывод об экономической целесообразности внедрения САПР «Автопроект 9.3» на производство

Накладные расходы принимаются с учетом коэффициента, учитывающего накладные расходы к основной заработной плате технолога, равным 1.6.

$$З_{накл.} = 100000 \times 12 \times 1.6 = 192000 \text{ руб.}$$

Прочие затраты принимаются в размере 0.5 % от стоимости ПЭВМ и равны 100 руб.

Подставляя полученные данные в формулу 3.27, получим: $W = 347846,4 + 24500 + 3366 + 200 + 700 + 192000 = 568612,4 \text{ руб.}$

В итоге определяем величину снижения себестоимости проектирования ТП:

$$\Delta C_{пр} = 4220,8 \times 60 \times 1,7 \times 1,08 \times 1,342 \times 1,6 - 568612,4 = 429756,9 \text{ руб.}$$

Определяем величину единовременных затрат на проектирование ТП по формуле:

$$\Delta K_{пр} = (K_{вт} + K_{стр}) \times K_3 + K_{пр} \quad (3.31)$$

$$\Delta K_{пр} = (76500 + 26000) \times 1 + 13000 = 115500 \text{ руб.}$$

Экономия от сокращения длительности цикла технической подготовки производства и изготовления изделий определяется по формуле:

$$Э_ц = E_n \times \Delta C_{пр} \times \Delta T_{цтпп} \times d \quad (3.32)$$

где: $T_{цтпп}$ – длительность цикла технологической подготовки производства в базовом варианте;

d – коэффициент, учитывающий сокращение длительности циклов проектирования после внедрения САПР.

$$Э_ц = 0,2 \times 429756,9 \times 0,17 \times 0,54 = 7884,8 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных, получаем *общий годовой экономический эффект от внедрения САПР ТП «Автопроект»:*

2.2 Расчет затрат на создание и функционирование АРМ

2.2.1 Расчет единовременных затрат на создание и ввод АРМ:

$$P = P_n + P_k \quad (2.1)$$

$P_k = 0$, т.к. используется старая вычислительная техника.

$$P = P_n = P_{но} + P_{ио} + P_{вв} \quad (2.2)$$

Трудоемкость разработки программного продукта определяется:

$$t = 3,6 \times (1)^{1,2} = 3,6 \text{ (чел.-мес.)} \quad (2.3)$$

Длительность разработки программного продукта T_n определяется:

$$T_n = 2,5 \times (3,6)^{0,32} = 3,7 \text{ (мес.)} \quad (2.4)$$

Среднее число исполнителей ($Ч_n$) реализации программного продукта рассчитывается следующим образом:

$$Ч_n = t / T = 3,6 / 3,7 = 1 \text{ (чел.)} \quad (2.5)$$

Определим затраты на программирование через стоимость затрат по созданию программного продукта:

$$P_{но} = C_{пр} \times T_n \times 24 = 200 \times 3,7 \times 24 = 17\,760 \text{ (руб.)}$$

$$P_{ио} = C_m \times t_{бд} = 150 \times 4 = 600 \text{ (руб.)}$$

$$P_{вв} = C_m \times t_{вв} = 150 \times 4 = 600 \text{ (руб.)}$$

$$P = 17760 + 600 + 600 = 18\,960 \text{ (руб.)}$$

2.2.2. Расчет текущих затрат на функционирование АРМ

а) годовые текущие затраты:

$$I_г = I_{ктс} + I_з = 10\,307,5 + 12\,890 \times 12 = 164\,987,5 \text{ (руб.)}$$

(12 890 - заработная плата специалиста отдела, руб./мес.)

б) суммарные текущие затраты на функционирование АРМ за 3 года с приведением к расчетному году (первому году функционирования АРМ):

$$I = I_г \times (a_0 + a_1 + a_2) \quad (2.6)$$

$$I = 164\,987,5 \times (1,0 + 0,91 + 0,83) = 452\,065,75 \text{ (руб.)}$$

(значения a_i взяты из таблицы 1.2)

2.2.3. Расчет суммарных затрат на создание и функционирование АРМ:

$$K_г = P + I_г = 18\,960 + 164\,987,5 = 183\,947,5 \text{ (руб.)}$$

2.2.4. Расчет суммарных затрат на создание и 3-х летнее функционирование программного продукта определяется как:

$$K = P + I = 18\,960 + 452\,065,75 = 471\,025,75 \text{ (руб.)}$$

2.3 Расчет экономии от функционирования АРМ

2.3.1. Расчет экономии от сокращения штатной единицы секретаря-машинистки:

$$П_1 = 6710 \times 12 = 80.520 \text{ (руб./год)}$$

$$Z_{пл} = 100000 \times 2 \times 12 \times 1.08 \times 1.342 = 347846.4 \text{ руб.}$$

Определяем сумму амортизационных отчислений на оборудование САПР по формуле:

$$Z_{аморт} = N_a \times C_{перв} \times K_{стр} \times K_{вт}, \quad (3.29)$$

где N_a – норма амортизационных отчислений на орг-технику (20%);

$C_{перв}$ - стоимость ПЭВМ IBM PC/AT Pentium III 800MHz/256/10.2/SVQA.;

$K_{вт}$ - дополнительные капитальные затраты на средства вычислительной техники: $k = 76500$ руб.;

$K_{стр}$ - Капитальные затраты на строительство, связанные с внедрением оцениваемой САПР: $k_{стр} = 26000$ руб.;

$$Z_{аморт} = 0.2 \times (20000 + 76500 + 26000) = 24500 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитаем по следующей формуле:

$$Z_{эл} = \Phi_з \times C_э \times N, \quad (3.30)$$

где $\Phi_з$ – годовой фонд времени работы ПЭВМ, час;

$C_э$ – стоимость одного кВт час;

N – потребляемая мощность, кВт.

$$Z_{эл} = 1020 \times 6.6 \times 05 = 3366 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы, необходимые при эксплуатации, принимаются в размере 1% от стоимости ПЭВМ и равны 200 руб.

Затраты на текущий и профилактический ремонт принимаем в размере 3.5% от стоимости ПЭВМ и равны 700 руб.

K_n - коэффициент, учитывающий премию по действующим положениям по премированию из фонда заработной платы;

K_r - коэффициент, учитывающий районную надбавку;

K_d - коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

K_c - коэффициент, учитывающий социальные отчисления;

W – годовые расходы на эксплуатацию САПР

$$W = \frac{Z_{пл.} + Z_{аморт} + Z_{эл.эн} + Z_{матер} + Z_{рем.} + Z_{пр} + Z_{накл}}{(3.27)}$$

где $Z_{пл}$ – фонд основной и дополнительной заработной платы с отчислениями на социальное страхование, руб.;

$Z_{аморт}$ – сумма годовых амортизационных отчислений, руб.;

$Z_{эл.эн}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$Z_{матер.}$ – затраты на материалы, руб.;

$Z_{рем.}$ – затраты на текущий и профилактический ремонт, руб.;

$пр$ – прочие затраты, руб.;

$Z_{накл}$ – накладные расходы.

Определяем фонд основной и дополнительной заработной платы технолога по формуле:

$$Z_{пл} = Z_{ср} \times Ч \times 12 \times K_d \times K_c, \quad (3.28)$$

где $Z_{ср}$ – среднемесячная основная заработная плата одного технолога, обслуживающего САПР;

$Ч$ – численность обслуживающего персонала;

2.3.2. Расчет экономии прибыли за счет сокращения сроков выполнения задач:

$$П2 = C_c \times t_3 \times N_3 - C_m \times 0.15 \times N_3 \quad (2.7)$$

$$П2 = 67 \times 20 \times 50 - 150 \times 0.15 \times 50 = 65\,875 \text{ (руб./год)}$$

2.3.3. Расчет экономии прибыли за счет сокращения времени на печать документов:

$$П3 = C_{мм} \times t_d \times N_d - C_m \times 0.1 \times N_d \quad (2.8)$$

$$П3 = 33 \times 3 \times 200 - 150 \times 0.1 \times 200 = 16\,800 \text{ (руб./год)}$$

2.3.4. Расчет годовой прибыли:

$$П = (П1 + П2 + П3) \times (1 + E_n \times DT) \quad (2.9)$$

$$П = (8\,0520 + 65\,875 + 16\,800) \times (1 + 0.15 \times 2) = 212\,153.5 \text{ (руб.)}$$

2.3.5. Расчет экономии от функционирования программного продукта за 3 года:

$$П_0 = П \times (a_0 + a_1 + a_2 + a_3) \quad (2.10)$$

$$П_0 = 212\,153.5 \times (1.0 + 0.91 + 0.83) = 581\,300.6 \text{ (руб.)}$$

2.3.6. Оценка экономического эффекта, получаемого за год и за 3-х летнее функционирование АРМ:

Годовой экономический эффект:

$$Э_г = П - K_г \quad (2.11)$$

$$Э_г = 212\,153.5 - 18\,3947.5 = 28\,206 \text{ (руб.)}$$

Экономический эффект за 3 года:

$$\mathcal{E} = P_0 - K \quad (2.12)$$

$$\mathcal{E} = 581\,300,6 - 471\,025,75 = 110\,274,9 \text{ (руб.)}$$

2.3.7. Коэффициент экономической эффективности единовременных затрат:

$$E_k = (P - I_2) / P \quad (2.13)$$

$$E_k = (212\,153,5 - 164\,987,5) / 18\,960 = 2,48$$

2.3.8. Срок окупаемости

$$T = P / (P - I_2) \quad (2.14)$$

$$T = 18\,960 / (212\,153,5 - 164\,987,5) = 0,4 \text{ (лет)}$$

Расчет экономической эффективности создаваемого АРМ специалиста показал, что годовой экономический эффект от функционирования АРМ составил 28206 рублей. Экономический эффект за 3 года составит 110 274.9 рублей. При этом годовая экономия от сокращения одной штатной единицы секретаря-машинистки и сроков выполнения задач составили соответственно 80 520 рублей и 65 875 рублей. Коэффициент экономической эффективности единовременных затрат равен 2,48, что характеризует высокую эффективность капитальных вложений. Срок окупаемости составил 0,4 года, что свидетельствует о достаточно быстрой окупаемости затрат на внедрение АРМ. Оценка экономической эффективности автоматизированного рабочего места показала обоснованность и целесообразность разработки и внедрения данного АРМ на предприятии.

$$Q_1 = N \times T_{cp}, \quad (3.23)$$

где N – количество ТП, выполняемых с применением САПР в год;

T_{cp} – средняя трудоемкость проектирования ТП в базовом варианте,

$$Q_1 = 200 \times 26,38 = 5276 \text{ часа.}$$

Q_2 – трудоемкость проектных работ в расчетном периоде рассчитывается по формуле:

$$Q_2 = Q_1 \times g \quad (3.24)$$

$$Q_2 = 5276 \times 0,2 = 1055,2 \text{ часов}$$

$$\Delta Q = 5276 - 1055,2 = 4220,8 \text{ часов}$$

4. Численность условно-высвобождаемых технологов, выполняющих работы, подлежащих автоматизации, определяются по формуле:

$$N_{пп} = \frac{\Delta Q}{\Phi_{пв} \times K_{вн}}, \quad (3.25)$$

где $\Phi_{пв}$ – годовой фонд полезного времени одного технолога, равный 1020 часов;

$K_{вн}$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм по разработке ТП, подлежащих автоматизации, равный 1.2.

$$N_{пп} = \frac{4220,8}{1020 \times 1,2} = 3 \text{ чел.}$$

5. Снижение себестоимости проектирования ТП определяется по формуле:

$$\Delta C_{пр} = \Delta Q \times C_{з.пл} \times K_n \times K_p \times K_d \times K_c - W, \quad (3.26)$$

где $C_{з.пл}$ – среднечасовая основная заработная плата технологов в базовом варианте, руб.;

За базовый вариант для сравнения в расчетах принимается неавтоматизированное проектирование ТП. Нормы времени для расчета экономического эффекта от внедрения САПР «Автопроект» взяты по проектному документу «Временные нормы времени на разработку технологической документации, конструирование инструмента и приспособлений», утвержденному МИНТЯЖМАШ.

1. Трудоемкость проектирования ТП представим как сумму:

А) времени на получение исходных данных по детали, изучение чертежа, технологической документации. Для базового варианта и варианта с использованием САПР данный показатель одинаковый и составляет 0.5 часа;

Б) времени на подбор литературы и справочного материала:

- базовый вариант – 0.2 часа;

- с использованием САПР – 0.1 часа;

В) времени на разработку ТП:

- базовый вариант – 0.75 часа;

- с использованием САПР – 0.25 часа.

В итоге в базовом варианте на проектирование ТП требуется 26.38 часа, с применением САПР – 5.38 часа. На основании полученных данных рассчитываем коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости проектирования в результате внедрения САПР (g), который представлен как отношение времени проектирования ТП с использованием САПР к трудоемкости проектирования в базовом варианте: $g = 5.38/26.38 = 0.2$

2. Величина изменения трудозатрат в проектировании ТП определяется по формуле:

3.

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2, \quad (3.22)$$

где Q_1 - базовая трудоемкость проектных работ, подлежащих автоматизации, рассчитывается по формуле:

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР

В данном разделе следует кратко охарактеризовать условия решения рассматриваемой задачи в базовом варианте. При этом следует придерживаться следующего плана:

– краткое содержание (сущность) задачи проектирования;

– подразделение (-ия), выполняющее (-ие) проектирование (решение рассматриваемой проектной задачи);

– основания для выполнения проектирования (разовый заказ, постоянные заказы, собственные нужды предприятия и др.);

– периодичность решения задачи;

– среднегодовой (месячный) объем решения рассматриваемой задачи проектирования;

– форма представления результатов решения рассматриваемой задачи.

Далее необходимо рассмотреть принципиальные особенности получения проектного решения в условиях применения интегрированной САПР (предлагаемый вариант получения проектного решения).

Результаты сравнительного анализа следует оформить в виде таблицы 3.1. Представленные в таблице значения являются исходными данными для оценки экономической эффективности предлагаемых в дипломном проекте нововведений.

Таблица 3.1
Состав специалистов * и трудозатраты на решение рассматриваемой задачи

Использование трудовых ресурсов	Варианты	
	базовый	предлагаемый
Инженер-конструктор – количество, чел. – квалификация, категория ** – должностной оклад, руб./мес. *** – трудоемкость разработки конструкторской документации, ч. ****		
Инженер-технолог – количество, чел. – квалификация, категория ** – должностной оклад, руб./мес. *** – трудоемкость разработки технологической документации, ч. ****		

* – состав специалистов, привлекаемых к решению задачи, может отличаться от приведенного в таблице 3.1;

** – для нескольких специалистов, имеющих разные категории, их количество указывается через символ «/», например 1/2/1;

*** – для нескольких специалистов, имеющих разные категории, соответствующие оклады указываются через символ «/», например 3000/2500/3000;

**** – для нескольких специалистов указывается трудоемкость проектных работ, выполняемых каждым из них, например 5/4/4.

В заключении этого раздела студентом должны быть сформулированы предполагаемые источники экономической эффективности предлагаемых проектных решений, среди которых можно назвать следующие возможные варианты:

Предпроизводственные затраты на создание оцениваемой САПР:

$k_{пр} = 13000$ руб.;

Коэффициент загрузки технических средств: $k_3 = 1$;

Длительность цикла технологической подготовки производства в базовом варианте: $T_{цтпп} = 0.17$ лет;

Коэффициент, учитывающий сокращение длительности циклов проектирования после внедрения САПР: $d = 0.54$.

3.3.2. Расчет годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект определяется в соответствии с отраслевыми методическими материалами по определению экономической эффективности использования САПР в проектно-технологических организациях в основном производстве и капитальном строительстве, утвержденными МИНТЯЖМАШ, по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = \Delta C_{пр} - \Delta K_{пр} E_n + \mathcal{E}_ц, \quad (3.21)$$

где $\Delta C_{пр}$ – снижение себестоимости проектирования технологических процессов в расчетном году (руб.);

$\Delta K_{пр}$ – изменение единовременных затрат на проектирование ТП, связанное с созданием и внедрением оцениваемой САПР (руб.);

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений, равный 0.20;

$\mathcal{E}_ц$ – годовая экономия от сокращения цикла подготовки и изготовления изделий, спроектированных с применением САПР (руб.).

3.3. Пример расчета годового экономического эффекта от внедрения САПР «Автопроект 9.3»

3.3.1. Исходные данные для расчета

Количество технологических процессов (ТП), выполняемых с применением САПР в год: $N=200$;

Годовой фонд полезного времени одного технолога $\Phi_{пв}=1020$ часов;

Коэффициент, учитывающий премию по действующим положениям по премированию из фонда заработной платы: $k_{п}=1.7$;

Коэффициент, учитывающий районную надбавку: $k_{р}=1$;

Коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату: $k_{д}=1.08$;

Коэффициент, учитывающий социальные отчисления: $k_{с}=1.34$;

Коэффициент, учитывающий накладные расходы к основной заработной плате технолога: $k_{н}=1.6$;

Среднемесячная основная заработная плата одного технолога, обслуживающего САПР: $Z_{ср}=10\,000$ руб.;

Численность обслуживающего персонала: $Ч=2$ чел.;

Норма амортизационных отчислений на оргтехнику: $N_{а}=20\%$;

Стоимость ПЭВМ IBM PC/AT Pentium III 800 MHz/256/10.2/SVQA $C_{перв}=20\,000$ руб.;

Установленная мощность ПЭВМ $N=0.5$ кВт;

Стоимость одного кВт ч $C_{э}=6.6$ руб.;

Дополнительные капитальные затраты на средства вычислительной техники: $k=76\,500$ руб.;

Капитальные затраты на строительство, связанные с внедрением оцениваемой САПР: $k_{стр}=26\,000$ руб.;

– рост производительности труда исследователей, конструкторов и технологов;

– повышение качества проектирования объектов, технологических процессов и выпускаемой документации;

– влияние социально-психологических факторов автоматизации на привлекательность и культуру труда конструкторов и технологов;

– экономия производственных ресурсов, к которым относится живой труд, сырье, материалы, топливо, энергия, капитальные вложения в производственные фонды.

В свою очередь, рост производительности труда при использовании интегрированной САПР может быть вызван следующими факторами:

– сокращением сроков и затрат ресурсов при подготовке и освоении производства новых и модернизированных изделий на основе широкого применения апробированных решений;

– унификацией и стандартизацией методов проектирования объектов;

– сокращением (минимизацией) промежуточной информации при использовании сквозного проектирования;

– оптимизацией проектных и технологических решений на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;

– повышением творческого начала в работе исполнителей за счет автоматизации нетворческой части работ;

– автоматизацией выполнения чертежно-графических работ и формированием текстовой документации;

– автоматизацией процесса поиска, обработки и выдачи информации;

– сокращением объема технологических работ и снижением трудоемкости технологических операций в сфере изготовления продукции;

– ускорением ввода нового объекта в эксплуатацию и досрочным высвобождением производственных площадей для изготовления очередного объекта;

– сокращением периода освоения нового объекта в сфере эксплуатации за счет наличия полного комплекса эксплуатационной документации и повышения качества изготовления.

3.1. Оценка границы экономической эффективности применения интегрированного решения конструкторско-технической задачи

Уровень безубыточности в проекте следует оценивать исходя из предположения, что дополнительные единовременные (капитальные) затраты связаны непосредственно (исключительно) с необходимостью решения рассматриваемой задачи предполагаемым способом (с использованием интегрированной САПР).

Для определения критического числа проектных решений $N_{кр}$, обеспечивающего равноэффективность сравниваемых вариантов, воспользуемся равенством

$$ПЗ_{баз} = ПЗ_{пр}, \quad (3.1)$$

где $ПЗ_{баз}$, $ПЗ_{пр}$ – приведенные затраты по базовому и проектному вариантам соответственно.

$$ПЗ_i = \left[Z_{опл i} + \frac{W_i}{N} \right] + E_n \frac{K_{ед i}}{N}, \quad (3.2)$$

где $Z_{опл i}$ – затраты на оплату труда специалистов, выполняющих решение рассматриваемой задачи по i -му варианту;

W_i – эксплуатационные затраты на содержание технических средств по i -му варианту;

	в том числе: – конструкторов – технологов – прочих (указать)				
3	Численность специалистов, привлекаемых к решению задачи всего, в том числе: – конструкторов – технологов – прочих (указать)	чел.			
4	Текущие затраты на получение проектного решения	руб.			
5	Единовременные затраты на получение проектного решения	руб.			
6	Приведенные затраты	руб.			
7	Критическое число проектных решений	шт.			
8	Годовой экономический эффект	руб.			
9	Период окупаемости дополнительных единовременных затрат	лет			

В заключении организационно-экономической части проекта следует дать краткое описание окончательно принимаемого варианта, отметить условия его эффективной реализации, определить критерии, на основании которых сделан вывод о целесообразности именно этого варианта, а также рассмотреть возможные перспективы его развития.

Период окупаемости дополнительных единовременных (в том числе и капитальных) затрат T_B определяется отношением:

$$T_B = \frac{K_{ед}^{np} k_3^{np} - K_{ед}^{баз} k_3^{баз}}{(\mathcal{E}_C + \mathcal{E}_K + \mathcal{E}_{con}) \left(1 - \frac{H}{100}\right)} \leq T_H = \frac{1}{E_n}, \quad (3.20)$$

где H – величина налоговых выплат (в расчетах можно принять равным ставке налога на прибыль организаций – 20 %);

T_H – нормативный период окупаемости дополнительных единовременных затрат.

Результаты расчета показателей экономической эффективности проекта следует представить в виде таблицы 3.2.

В работе должен быть выполнен анализ представленных в табл. 3 данных с указанием причин изменения отдельных показателей и их взаимосвязи с другими результатами.

Таблица 3.2

**Организационно-экономические показатели
сравниваемых вариантов получения
проектного решения**

№	Наименование показателя	Ед.измения	Вариант		Проектные показатели в % к базовым
			базовый	проектный	
1	Плановое число решений задачи	шт./год			
2	Трудовые затраты на получение проектного решения всего,	чел.			

$K_{ед i}$ – единовременные затраты, сопровождающие реализацию i -го варианта;

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности (в расчетах можно принять $E_n = 0,2$);

N – ожидаемое число проектных решений за год с использованием предлагаемого в проекте набора технических средств, программного, информационного и методического обеспечения.

Примечание. Если в базовом варианте рассматриваемая задача решалась традиционными способами (без применения средств вычислительной техники), то в расчетах можно принимать $PZ_{баз} = Z_{опл. баз}$.

Затраты на оплату труда $Z_{опл}$ определяются составом привлекаемых для решения задачи специалистов-исполнителей и трудоемкостью соответствующих проектных работ (табл. 1) по базовому и предлагаемому вариантам:

$$Z_{опл} = \frac{1}{F_M} \left[\sum_j^m D_j^K \cdot t_j^K + \sum_k^n D_k^T \cdot t_k^T \right] \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3, \quad (3.3)$$

где D_j^K , D_k^T – должностные оклады конструктора j -й категории и технолога k -й категории, выполняющих решение рассматриваемой задачи соответственно;

t_j^K , t_k^T – трудоемкость получения проектного решения конструкторами и технологами соответствующей квалификации;

m , n – число привлекаемых к решению задачи проектирования конструкторов и технологов соответственно;

F_M – месячный действительный фонд времени работника (в расчетах принять $F_M = 166$ ч);

κ_1 – коэффициент, учитывающий премиальные выплаты (для 30 % премии – $\kappa_1 = 1,3$);

κ_2 – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (для 12 % дополнительной заработной платы – $\kappa_2 = 1,12$);

κ_3 – коэффициент, учитывающий социальные начисления в размере 34.0% ($\kappa_3 = 1,34$).

Значения коэффициентов κ_1 , κ_2 могут быть скорректированы с учетом данных предприятия.

Эксплуатационные расходы W на содержание технических средств САПР определяются по зависимости

$$W = P_a + P_{эн} + P_{m,p} + P_m + P_{np}, \quad (3.4)$$

где P_a – годовые амортизационные отчисления; $P_{эн}$ – затраты на электроэнергию;

$P_{m,p}$ – затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт технических средств;

P_m – затраты на материалы;

P_{np} – прочие текущие затраты, связанные с эксплуатацией интегрированной САПР.

Годовые амортизационные отчисления P_a определяются по формуле

$$P_a = \frac{\sum H_{ai} \cdot Z_{перв i}}{100}, \quad (3.5)$$

где H_{ai} – норма амортизации i -й единицы технических средств;

$Z_{перв i}$ – первоначальная стоимость i -й единицы технических средств (таблица 3.1). При отсутствии данных в

средствами САПР (основных и вспомогательных материалов, топлива и энергии, трудоемкости изготовления (сборки) и т.д.);

C_j – цена единицы ресурса j -го наименования;

$N_{вып}$ – планируемый годовой объем выпуска изделий, спроектированных средствами интегрированной САПР.

Годовая экономия от снижения эксплуатационных расходов на объектах, спроектированных средствами интегрированной САПР, может быть определена по формуле

$$\mathcal{E}_э = \sum \Delta Иэ_j N_{вып}, \quad (3.19)$$

где $\Delta Иэ_j$ – снижение текущих затрат j -го наименования на эксплуатацию объекта, спроектированного средствами рассматриваемой в проекте САПР (расхода топлива, смазочно-охлаждающих материалов, потребляемой электроэнергии, затрат труда на ремонт и техническое обслуживание и т.д.).

Сопутствующий экономический эффект \mathcal{E}_{con} не является прямым результатом использования проектных решений, но может рассматриваться как дополнительная экономия ресурсов предприятия, сопровождающая нововведения. Например, использование интегрированной САПР, сокращая сроки подготовки производства нового изделия, может ускорить процесс возврата полученного предприятием банковского кредита под освоение производства, в этом случае \mathcal{E}_{con} следует принять равным сэкономленной сумме денежных средств, которые предприятие должно было бы внести в виде платы за кредит. Методический подход к определению сопутствующего экономического эффекта в каждом конкретном случае должен быть индивидуальным.

$$\mathcal{E}_c = (N_{nl} \mathcal{Z}_{opl}^{baz} + W_{baz} k_3^{baz}) - (N_{nl} \mathcal{Z}_{opl}^{np} + W_{np} k_3^{np}), \quad (3.16)$$

после преобразований

$$\mathcal{E}_c = N_{nl} (\mathcal{Z}_{opl}^{baz} - \mathcal{Z}_{opl}^{np}) + (W_{baz} k_3^{baz} - W_{np} k_3^{np}),$$

где N_{nl} – планируемое число проектных решений рассматриваемой задачи за год.

Коэффициенты загрузки технических (и программных) средств определяются (при необходимости) с учетом суммарного фактического времени (T_i) использования их при решении задачи по соответствующему варианту

$$k_3^i = \frac{T_i N_{nl}}{F_n k_{3,n}}, \quad (3.17)$$

где F_n – годовой номинальный фонд времени (в расчетах можно принять $F_n = 2000$ ч);

$k_{3,n}$ – нормативный коэффициент загрузки технических (и программных) средств ($k_{3,n} = 0,85 \dots 0,9$).

Годовая экономия от повышения качества проектных решений (\mathcal{E}_K) складывается из годовой экономии от снижения себестоимости изготовления ($\mathcal{E}_{ИЗ}$) и годовой экономии от снижения эксплуатационных расходов ($\mathcal{E}_Э$) объектов, спроектированных средствами интегрированной САПР. Значение $\mathcal{E}_{ИЗ}$ может быть рассчитано по зависимости

$$\mathcal{E}_{ИЗ} = \sum \Delta P_j \mathcal{C}_j N_{вып}, \quad (3.18)$$

где ΔP_j – снижение годового расхода ресурса j -го наименования на изготовление объектов, спроектированных

расчетах можно принять единую норму амортизации $H_a = 20 \dots 25 \%$.

Затраты на электроэнергию $P_{Эн}$, потребляемую техническими средствами в процессе эксплуатации, определяются с учетом их средней ожидаемой загрузки в течение года

$$P_{Эн} = F_n \mathcal{C}_{Эн} \sum P_i h_i, \quad (3.6)$$

где F_n – годовой номинальный фонд времени работы технических средств (в расчетах можно принять $F_n = 2000$ ч);

$\mathcal{C}_{Эн}$ – стоимость электроэнергии (при отсутствии данных по предприятию можно принимать $\mathcal{C}_{Эн} = (1,75 \dots 1,85) \mathcal{C}_{Эн.н}$ ($\mathcal{C}_{Эн.н}$ – стоимость электроэнергии для населения), руб/кВт·ч);

P_i – мощность, потребляемая i -й единицей технических средств, кВт·ч;

η_i – средний коэффициент загрузки i -й единицы технических средств (при отсутствии данных можно применять: для системного блока и монитора – $\eta = 0,9 \dots 0,95$; для принтера – $\eta = 0,3 \dots 0,4$; для плоттера – $\eta = 0,2 \dots 0,3$).

Таблица 3.1
Состав обеспечивающих подсистем ИСАПР

Обеспечивающие подсистемы	Состав и наименование	Затраты по вариантам, руб.	
		базовый	предлагаемый
1. Техническое обеспечение	Системный блок (<i>параметры</i>)		
	Монитор (<i>параметры</i>)		
	Принтер (<i>модель</i>)		
	Плоттер (<i>модель</i>)		
	Средства коммуникаций		
	ИТОГО		

2. Лингвистическое обеспечение	Наименование		
3. Программное обеспечение	Операционная система САПР (.....) СУБД (.....) Прочие программные средства (перечислить)*		
	ИТОГО		
4. Информационное обеспечение	База данных (знаний) Внемашинное информационное обеспечение		
	ИТОГО		
5. Методическое обеспечение	Наименование		
	ВСЕГО		

* – учитываются как типовые, так и специально разрабатываемые в проекте программные средства.

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт технических средств $P_{m,p}$ могут быть определены по формуле:

$$P_{m,p} = \frac{H_{m,p} \cdot \sum Z_{перв i}}{100}, \quad (3.7)$$

где $H_{m,p}$ – доля затрат на обслуживание и ремонт технических средств от их первоначальной стоимости (в расчетах можно принять $H_{m,p} = 3...5\%$);

$Z_{перв i}$ – первоначальная стоимость i -й единицы технических средств (таблица 3.1).

Затраты на материалы P_m включают стоимость расходов в процессе эксплуатации технических средств тонера, чернил и др. Эти затраты можно определить по формуле:

- снижение годового расхода ресурса j -го наименования на изготовление объектов, спроектированных средствами САПР (ΔP_j);

- годовая экономия от снижения себестоимости изготовления объектов, спроектированных средствами САПР ($\mathcal{E}_{ИЗ}$);

- годовая экономия от снижения эксплуатационных расходов на объектах, спроектированных средствами автоматизированного проектирования (\mathcal{E}_Δ);

- годовая экономия от повышения качества проектных решений (\mathcal{E}_K).

Для расчета ожидаемого годового эффекта следует воспользоваться формулой:

$$\mathcal{E}_{год} = \mathcal{E}_C + \mathcal{E}_K + \mathcal{E}_{con} - E_n (K_{ед}^{np} k_3^{np} - K_{ед}^{баз} k_3^{баз}), \quad (3.15)$$

где \mathcal{E}_C – годовая экономия текущих затрат, связанных с решением рассматриваемой задачи;

\mathcal{E}_K – годовая экономия от повышения качества проектных решений;

\mathcal{E}_{con} – сопутствующий экономический эффект, приведенный к году;

$k_3^{баз}$, k_3^{np} – коэффициент загрузки технических (и программных) средств при решении рассматриваемой задачи по базовому и проектному вариантам соответственно.

Годовая экономия текущих затрат при применении проектного решения может быть рассчитана с использованием ранее определенных затрат на оплату труда специалистов ($Z_{онл}^{баз}$ и $Z_{онл}^{np}$) и эксплуатационных расходов на содержание технических средств САПР ($W_{баз}$ и W_{np}) по зависимости

$$K_{np} = 10...15 \% (\sum Z_{перв i} + K_{ЛО} + K_{ПО} + K_{ИО} + K_{МО}) \quad (3.14)$$

Все рассчитанные стоимостные показатели оформляются в виде таблицы 3.1.

Равенство (3.1), являющееся условием равноэффективности базового и проектного решения рассматриваемой задачи, выполняется в случае, когда $N = N_{кр}$, т.е.

$$Z_{опл}^{баз} + \frac{W_{баз}}{N_{кр}} + E_n \frac{K_{ед}^{баз}}{N_{кр}} = Z_{опл}^{np} + \frac{W_{np}}{N_{кр}} + E_n \frac{K_{ед}^{np}}{N_{кр}},$$

отсюда, после преобразований:

$$N_{кр} = \frac{(W_{np} - W_{баз}) + E_n (K_{ед}^{np} - K_{ед}^{баз})}{Z_{опл}^{баз} - Z_{опл}^{np}}.$$

Очевидно, что для числа запланированных в год решений $N_{пл} > N_{кр}$ экономически целесообразно применение проектного варианта решения рассматриваемой задачи, в противном случае – базового, о чем в работе должен быть сделан соответствующий вывод.

3.2. Определение показателей экономической эффективности использования интегрированной САПР

К абсолютным показателям экономической эффективности интегрированных САПР относят:

- годовую экономию текущих затрат (\mathcal{E}_C);
- годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_{год}$);
- период возврата дополнительных капитальных вложений (T_B) или расчетный коэффициент общей экономической эффективности (E_P).

К показателям, характеризующим изменения (повышения) качества проектных решений в результате использования САПР, относятся следующие:

$$P_M = \sum n_{pj} C_j, \quad (3.8)$$

где n_{pj} – годовая норма расхода j -го вида материала;
 C_j – цена j -го вида материала.

Прочие расходы P_{np} , связанные с эксплуатацией САПР, могут быть определены в размере 8...10 % от всех ранее рассмотренных статей расходов:

$$P_{np} = 8...10 \% (P_a + P_{эн} + P_{m,p} + P_M). \quad (3.9)$$

Величина единовременных затрат $K_{ед}$, сопровождающих получение решения рассматриваемой задачи по каждому из сравниваемых вариантов, определяется суммой

$$K_{ед} = \sum Z_{перв i} + K_{ЛО} + K_{ПО} + K_{ИО} + K_{МО} + K_{np} \quad (3.10)$$

где $Z_{перв i}$ – первоначальная стоимость i -й единицы технических средств;

$K_{ЛО}$ – стоимость лингвистического обеспечения;

$K_{ПО}$ – стоимость программного обеспечения;

$K_{ИО}$ – затраты на разработку информационного обеспечения;

$K_{МО}$ – затраты на разработку методического оборудования;

K_{np} – прочие единовременные затраты.

Стоимость лингвистического обеспечения $K_{ЛО}$ определяется рыночной ценой используемого в проекте языкового обеспечения.

Стоимость программного обеспечения $K_{ПО}$ включает затраты на приобретение лицензионных программ (операционной системы и типовых программных пакетов) $K_{ПО}^m$,

а также затраты на разработку собственными силами необходимых программных модулей $K_{ПО}^P$:

$$K_{ПО} = K_{ПО}^m + K_{ПО}^P \quad (3.11)$$

Стоимость приобретаемого лицензионного программного обеспечения определяется фактическими ценами, действующими на рынке программных продуктов. Затраты на разработку элементов программного обеспечения собственными силами (при необходимости) определяются по зависимости:

$$K_{ПО}^P = T_{ПО} R_{ПО} \frac{D_{ПО}}{F_M} (\kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 + \kappa_4), \quad (3.12)$$

где $T_{ПО}$ – трудоемкость разработки программного продукта, ч;

$R_{ПО}$ – число специалистов, привлекаемых к разработке программного продукта, чел.;

$D_{ПО}$ – средний должностной оклад специалистов, привлекаемых к разработке программного продукта, руб./мес.;

F_M – месячный действительный фонд времени работника (в расчетах принять $F_M = 166$ ч);

$\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ – коэффициенты, учитывающие все виды доплат и начисления на заработную плату;

κ_4 – коэффициент, учитывающий накладные расходы, связанные с содержанием и обслуживанием помещений, администрированием работы и т.д. (принимается по данным конкретного предприятия, например, для величины общепроизводственных накладных расходов 160 % $\kappa_4 = 1,6$ и т.д.).

Информационная база включает в себя немашинное (классификаторы, системы кодирования, формы входных и выходных документов) и внутримашинное (базы данных и знаний, экранные формы) обеспечение. Наличие и состав каждого комплекса определяется конкретной задачей проектирования. В общем случае

$$K_{ИО} = K_{ИО}^e + K_{ИО}^m, \quad (3.13)$$

где $K_{ИО}^e, K_{ИО}^m$ – затраты на разработку (приобретение) компонентов вне- и внутримашинного информационного обеспечения соответственно.

Значения $K_{ИО}^e$ и $K_{ИО}^m$ в случае разработки компонентов информационного обеспечения собственными силами могут быть определены по формуле (3.13) с подстановкой соответствующих значений трудоемкости разработки (T), числа привлекаемых специалистов (R) и их месячной заработной платы (D).

Затраты на методическое обеспечение $K_{МО}$, связанные с подготовкой документальных материалов, регламентирующих процесс решения рассматриваемой задачи в рамках конкретной САПР, могут быть определены аналогично составляющим программного и информационного обеспечения по формуле (3.13) с подстановкой соответствующих значений трудоемкости, численности и заработной платы.

Прочие единовременные затраты $K_{пр}$, связанные с разработкой элементов математического, правового и организационного обеспечения, а также необходимой отладкой и доработкой компонентов САПР, можно принять в размере 10...15 % от всех ранее рассмотренных составляющих: