

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Методические рекомендации к организационно-экономической
части дипломных проектов для студентов
специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы
обработки информации»*



Могилев 2015



УДК 658.5
ББК 65.2/4-80
Д 64

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика» «26» февраля 2015 г., протокол № 7

Составители: канд. экон. наук, доц. Л. В. Наркевич;
ст. преподаватель Л. И. Пушкина

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Методические рекомендации предназначены к выполнению организационно-экономической части дипломного проекта для студентов специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации».

Учебно-методическое издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	С. Н. Гнатюк
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. С. Фитцова

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 115 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2015



1 Общая постановка

Дипломное проектирование охватывает все содержание инженерной подготовки и моделирует процесс создания новой автоматизированной системы обработки информации и оценки ее эффективности.

В организационно-экономической части рассчитывается экономическая эффективность принятых инженерных решений. В заключении формулируются выводы, раскрываются перспективы и дополнительные области использования разработанных инженерных решений.

В дипломном проекте по специальности 1-53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации» студентам следует обосновать экономическую эффективность инженерных решений.

В дипломных проектах информационные системы управления разрабатываются в условиях действующих предприятий, поэтому достигаемые экономические показатели по принятым техническим решениям оцениваются путем сравнения их с величиной по базовому – действующему (заменяемому) – варианту или лучшему отечественному или зарубежному аналогу.

Ценностные показатели принимаются или преобразуются на текущий год дипломного проектирования (принятую дату). Ценностные показатели измеряются в рублях или одной из стабильных валют.

2 Расчет экономической эффективности технических решений

Обоснование целесообразности принятых в дипломном проекте технических решений выполняется в следующей последовательности:

- 1) общая постановка к технико-экономическому обоснованию;
- 2) расчет трудоемкости (производительности);
- 3) расчет единовременных затрат (инвестиций);
- 4) расчет годовых текущих издержек;
- 5) расчет показателей экономической эффективности;
- 6) оформление результатов по организационно-экономической части (выводы и рекомендации).

2.1 Технико-экономическое обоснование программного продукта

В общей постановке в краткой форме описываются назначение, новизна и оригинальность принятых к защите инженерных решений в области автоматизации информационных процессов и их роль в хозяйственной деятельности предприятия. Для создания и моделирования информационной системы (ИС) следует знать ответы на следующие вопросы:



- для какой цели приобретают компьютеры;
- каковы недостатки существующей информационной технологии;
- какие пакеты прикладных программ (ППП) необходимо приобрести, а какие специально разработать;
- какой эффект от построения или модернизации ИС ожидается.

При описании ИС предполагается, что она содержит два типа сущностей: некоторый аналог программы (операционные сущности) и данные (пассивные сущности).

Суть структурного подхода к разработке ИС заключается в ее декомпозиции (разбиении) на отдельные функции: система разбивается на функциональные подсистемы, которые, в свою очередь, делятся на подфункции, т. е. на задачи до конкретных процедур. Система сохраняет целостность, и ее компоненты взаимосвязаны.

Для выявления особенностей объектно-ориентированного подхода к представлению знаний об исследуемом процессе используются такие базовые понятия, как объект, класс, состояние, событие, сообщение, свойство объекта и метод обработки.

Оценка стоимости проекта по стадиям жизненного цикла:

- 1) выработка концепции – укрупненная оценка, ошибка – 25–40 %;
- 2) технико-экономическое обоснование – детальная оценка, ошибка – 20–30 %;
- 3) планирование – бюджетирование работ по реализации проекта, ошибка – 15–20 %;
- 4) реализация проекта – контроль достигнутых результатов, ошибка – 3–5 %;
- 5) завершение – оценка результатов проекта, ошибка – 0 %.

Показатели и параметры проектируемой информационной системы и информационной технологии сводят в таблицу 1.

Таблица 1 – Характеристика проектируемой информационной системы

Показатель	Параметры
1	2
Область прикладной деятельности	Производство, проектирование, обучение, научные исследования, управление и т. д.
Цель автоматизации	Повышение качества решений, оперативность, продуктивность процесса и т. п.
Функция программных средств	Обработка деловых сообщений; компиляция; научные вычисления; обработка текстов; медицинские системы; поддержки принятия решений и т. п.
Уровень автоматизации	Ручная обработка; ПЭВМ со стандартным программным обеспечением; автоматизированные рабочие места по функциональным областям; система ЭВМ со сканерами, электронными архивами, электронная почта

Окончание таблицы 1

1	2
Порядок внедрения и использования	Документация и обеспечение ее качества; алгоритмы и программы и соответствие их требованиям; проведение контрольных расчетов
Модель данных	Иерархическая, сетевая, реляционная (табличная), бинарная, семантическая сеть представления и систематизации знаний
Прямая эффективность	Сокращение цикла обработки информации, снижение затрат на обработку данных и т. п.
Косвенная эффективность	Уровень принимаемых решений, обоснованность планов и достоверность отчетов и т. п.
Режим эксплуатации обработки данных	Пакетная; в режиме реального времени; в режиме разделения времени; параллельная; совмещенная
Масштаб программных средств	Число строк KLOC, язык, сложность функции параметра, сложность потока данных и т. п.
Исходный язык	Традиционный (Кобол, Фортран и т. п.); процедурный (C ⁺⁺ или эквивалентный); функциональный (LISP или эквивалентный); объектно-ориентированный (C ⁺⁺ или эквивалентный) и т. д.
Класс пользователя	Случайный; начинающий; обычный; специалист; другая система программного обеспечения; технические средства
Требуемые рабочие характеристики	Емкость памяти (высокая, средняя, низкая); длительность обработки (быстрая, умеренная, медленная); производительность (большая, средняя, малая)
Требование защиты	Сильная, средняя, слабая: от несанкционированного доступа; контрольный след; защита программ и данных
Требование надежности	Высокая, средняя, низкая: завершенность; отказоустойчивость; восстанавливаемость
Требования к вычислительным ресурсам	Процессор; оперативная память; внешняя память; память на дисках; локальная вычислительная сеть

В основу технико-экономического обоснования разрабатываемого программного обеспечения положена методика абсолютной или сравнительной экономической эффективности инвестиций.

Методика абсолютной экономической эффективности применяется при выполнении дипломных проектов, в которых при реализации программного обеспечения достигается экономия текущих издержек или чистый доход в результате принятия оптимальных решений в объекте управления.

При выполнении дипломных проектов, ориентированных на разработку и совершенствование информационных систем, используется методика сравнительной экономической эффективности. За базу сравнения в таких дипломных проектах принимается действующий (заменяемый, совершенствуемый) вариант информационной системы, а для вновь разраба-

тываемых информационных технологий (ИТ), программных средств (ПС), программных изделий (ПИ) – наилучший действующий или спроектированный вариант, который имеет аналогичное функциональное назначение. Приводятся отличительные показатели, в том числе технического уровня, по сравниваемым вариантам и раскрывается мотивация недостатков базового варианта.

2.2 Расчет трудоемкости (производительности)

Предварительно информационный процесс решения i -й задачи по сравниваемым вариантам разбивается на последовательные стадии (j -е операции). Норма штучно-калькуляционного времени на решение задачи

$$t_{ШК} = t_{ПЗ}/n_{П} + t_{ОП} + t_{ОБ} + t_{ОТЛ},$$

где $t_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время на партию решаемых задач;

$n_{П}$ – количество последовательно решаемых задач за один прогон;

$t_{ОП}$ – оперативное время выполнения задачи (сумма основного и вспомогательного неперекрываемого времени);

$t_{ОБ}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{ОТЛ}$ – время на отдых и личные надобности.

Время $t_{ОБ}$ и $t_{ОТЛ}$ чаще определяется косвенно, как доля от оперативного времени $t_{ОП}$ в размере 0,12–0,16.

Норму оперативного времени на ввод информации в ПЭВМ с одного документа в минутах можно определить по следующей формуле:

$$t_{ОП}^B = 0,242(1 + 0,005 \cdot L_3) \cdot (1 - 0,0025 \cdot L_{СТ}) \cdot K_{ВИ},$$

где L_3 – количество вводимых знаков в строке;

$L_{СТ}$ – количество строк в документе;

$K_{ВИ}$ – коэффициент, учитывающий характер вводимой информации ($K_{ВИ} = 1$, если вводимая информация цифровая, $K_{ВИ} = 1,3$, если алфавитно-цифровая).

При автоматизации учетных задач продолжительность их решения можно оценить по нормам оперативного времени (таблица 2).

Таблица 2 – Типовые нормы оперативного времени на обработку документа по бухгалтерскому учету [6]

Параметры документа		Норма оперативного времени на выполнение операций бухгалтерского учета, мин				
Количество строк	Количество граф в строке	Приходно-расходные операции	Расход материалов		Калькулирование затрат	Реализация продукции
			основных	вспомогательных		
Учетные операции, выполняемые без ПЭВМ						
1–5	1–3	22,0	23,9	17,0	36,9	22,2
	4–5	24,5	26,6	18,9	41,0	24,8
	Св. 6	26,9	29,3	20,8	45,1	27,3
6–10	1–3	23,1	25,1	17,8	38,7	23,4
	4–5	25,7	27,9	19,8	43,0	26,0
	Св. 6	28,3	30,7	21,8	47,3	28,6
11–20	1–3	25,5	27,9	19,6	42,6	25,7
	4–5	28,3	30,7	21,8	47,3	28,6
	Св. 6	31,1	33,8	24,0	52,0	31,5
Св. 20	1–3	28,0	30,4	21,6	46,8	28,3
	4–5	31,1	33,8	24,0	52,0	31,5
	Св. 6	34,2	37,2	26,4	57,2	34,6
Учетные операции, выполняемые на 90 % и свыше на ПЭВМ						
1–5	1–3	3,6	3,9	2,8	6,0	3,6
	4–5	4,0	4,3	3,1	6,7	4,0
	Св. 6	4,4	4,7	3,4	7,4	4,4
6–10	1–3	3,9	4,0	2,9	6,3	3,8
	4–5	4,3	4,5	3,2	7,0	4,2
	Св. 6	4,6	4,9	3,5	7,7	4,6
11–20	1–3	4,4	4,4	3,1	6,0	4,1
	4–5	4,6	4,9	3,5	7,7	4,6
	Св. 6	5,1	5,4	3,8	8,5	5,1
Св. 20	1–3	4,9	4,9	3,4	7,6	4,6
	4–5	5,4	5,4	3,8	8,5	5,1
	Св. 6	5,6	5,6	4,2	9,3	6,6

Результаты расчета трудоемкости по операциям как нормы штучно-калькуляционного времени сводятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Трудоемкость решения i -й задачи

Наименование элементов нормы времени по j -й операции	Продолжительность элементов нормы времени (по вариантам), мин
...	
Итого норма штучно-калькуляционного времени $t_{шкi}$	

Вычисленные нормы времени по вариантам позволяют оценить интенсивность процессов, установить в дальнейшем потребность в оборудовании и работниках (операторах).

Далее обосновывается величина годовой программы A_{Γ} по каждому виду задач с учетом периодичности их решения.

2.3 Расчет единовременных затрат

Единовременные затраты (инвестиции)

$$K = K_O + K_{OB} + K_{ЗД} + K_{ПП},$$

где K_O – стоимость комплекта машин и оборудования с учетом необходимой офисной мебели, р.;

K_{OB} – стоимость запасов в оборотные средства, р.;

$K_{ЗД}$ – стоимость потребной площади здания, р.;

$K_{ПП}$ – затраты на проектирование, р.

Стоимость единовременных затрат в оборудование определяется по формуле

$$K_O = \sum_{i=1}^n N_{ni} \cdot P_{Oi} (1 + \alpha_{Ti} + \alpha_{Mi}) d_3,$$

где N_{ni} – принятое число единиц i -го оборудования ($N_{ni} \geq N_{Pi}$ – округляется до целого, чаще в большую сторону), шт.;

P_{Oi} – цена приобретения i -го оборудования (по варианту), р.;

α_{Ti} , α_{Mi} – коэффициенты, учитывающие транспортно-заготовительные расходы ($\alpha_{Ti} = 0,05-0,10$), затраты на монтаж и отладку ($\alpha_{Mi} = 0,05-0,10$);

d_3 – доля занятости принятых рабочих мест, $d_3 = N_P / N_n$.

Расчетное количество машин (рабочих мест) вычисляется по формуле

$$N_P = t_{um} A_{\Gamma} / F_{\delta} k_3,$$

где F_{δ} – годовой действительный фонд работы оборудования (рабочего места), ч;

k_3 – коэффициент запаса, учитывающий неравномерность поступления информации (для стабильных процессов $k_3 = 0,90-0,95$; периодических – $k_3 = 0,85-0,90$; нерегулярных – $k_3 = 0,70-0,85$).

Годовой действительный фонд рабочего места оператора определяется по следующей формуле:



$$F_{\partial} = F_{CM} K_{CM} D_P (1 - K_{PP}),$$

где F_{CM} – номинальный сменный фонд работы, ч;

K_{CM} – коэффициент сменности – число смен работы в течение рабочего дня;

D_P – число рабочих дней в году;

K_{PP} – коэффициент, учитывающий долю времени простоев в плановых ремонтах, $K_{PP} = 0,03-0,06$.

Стоимость оборотных средств, связанных с решением задачи по базовому и проектируемому вариантам, рассчитывается по формуле

$$K_{OB} = \sum_{j=1}^m P_{Mj} Z_{Mj},$$

где P_{Mj} – цена приобретения j -го материала, используемого при решении задачи по варианту, р.;

Z_{Mj} – средний запас j -го материала, используемого при решении задачи по варианту (принимается в размере 0,05–0,10 от годового расхода j -го материала в натуральном выражении).

Единовременные затраты в стоимость потребной площади здания по базовому и проектируемому вариантам определяются в рублях по формуле

$$K_{ЗД} = (S_{ЗД}^{PP} P_{ЗД}^{PP} + S_{ЗД}^{СБ} P_{ЗД}^{СБ}) d_3,$$

где $S_{ЗД}^{PP}$, $S_{ЗД}^{СБ}$ – нормативы производственной (6–10 м² на одно рабочее место) и служебно-бытовой (5–7 м² на одного оператора) площадей;

$P_{ЗД}^{PP}$, $P_{ЗД}^{СБ}$ – цены (стоимости) 1 м² производственного (160–200 долл.) и служебно-бытового (220–240 долл.) зданий.

Затраты на проектирование определяются в рублях по формуле

$$K_{PP} = P_{PP} T_{PP} \left(1 + 0,11(1 - D_{i+1}/D_i) (K_{ВД} K_{Д}^Y + K_{НД} (1 - K_{Д}^Y)) \right),$$

где P_{PP} – сметная ставка 1 чел.-мес. проектирования, р.;

T_{PP} – трудоемкость проектирования, чел.-мес.;

D_i и D_{i+1} – дефектности для исходного уровня качества (по базовому варианту $i \sigma$, проектируемому $(i + 1) \sigma$);

$K_{ВД}$ и $K_{НД}$ – коэффициенты уровня трудовых затрат на устранение выявленных и не выявленных дефектов;

$K_{Д}^Y$ – уровень выявления дефектов в программном изделии в



процессе проведения тестирования.

Сметная ставка 1 чел.-мес. проектирования рассчитывается в рублях по формуле

$$P_{\text{ПР}} = 3_T K_T K_{\text{П}}(1 + K_{\text{Д}})(1 + K_{\text{СС}})(1 + K_{\text{НР}}),$$

где 3_T – месячная тарифная ставка 1-го разряда (принимается по утвержденной ставке на год проектирования), р.;

K_T – тарифный коэффициент проектировщика (таблица 4);

$K_{\text{П}}$ – коэффициент премирования, $K_{\text{П}} = 1,5$;

$K_{\text{Д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{Д}} = 0,1$;

$K_{\text{СС}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, $K_{\text{СС}} = 0,35$;

$K_{\text{НР}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается в пределах от 0,2 до 0,4).

Таблица 4 – Тарифные коэффициенты K_T по Единой тарифной сетке РБ

Разряд	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифный коэффициент	1,00	1,16	1,35	1,57	1,73	1,90	2,03	2,17

Продолжение таблицы 4

Разряд	9	10	11	12	13	14	15	16
Тарифный коэффициент	2,32	2,48	2,65	2,84	3,04	3,25	3,48	3,72

Согласно Единой тарифной сетке, рабочие-операторы имеют 1–8 разряды; специалисты с высшим образованием – 10–12 разряды, в том числе II категории – 11–13 разряды, I категории – 12–14 разряды, ведущие специалисты – 13–15 разряды. Конкретный разряд работников принимается с учетом сложности работы и необходимости изменения в процессе применения программного продукта.

Трудоемкость проектирования ПИ в человеко-месяцах в соответствии с конструктивной моделью стоимости – 95 [3] рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{\text{ПР}} = A_T K L O C^B M_P + T_{\text{авто}},$$

где A_T , B – коэффициенты конструктивной модели стоимости по принятому типу проекта (таблица 5). Коэффициент B изменяется в диапазоне 1,01–1,26 и зависит от пяти масштабных факторов W_i (в таблице 6 факторы W_i оцениваются экспертно, рангом из шести уровней: от очень

низкого с оценкой 5 баллов до сверхвысокого с оценкой 0 баллов). На основании экспертных оценок коэффициент вычисляется по формуле

$$B = 1,01 + 0,01 \sum_{i=1}^5 W_i;$$

$KLOC$ – количество тысяч строк в программном продукте без учета числа строк, полученных в результате автоматического генерирования кодов;

M_p – поправочный множитель, который зависит от 15 факторов затрат конструктивной модели стоимости на основании принятых характеристик факторов для проекта (таблица 7) и численных значений множителей M_i (таблица 8), $M_p = \prod_{i=1}^{15} M_i$;

T_{auto} – затраты на автоматически генерируемый программный код,

$$T_{auto} = (KALOC \cdot AT/100) ATPROD,$$

где $KALOC$ – количество строк автоматически генерируемого кода, тыс. строк;

AT – процент автоматически генерируемого кода;

$ATPROD$ – производительность автоматически генерируемого кода, тысяч строк в месяц.

Таблица 5 – Коэффициенты базовой конструктивной модели стоимости

Тип модели	Величина коэффициентов	
	A	B
Распространенный	2,4	1,05
Полунезависимый	3,0	1.12
Встроенный	3,6	1,20

Таблица 6 – Характеристика масштабных факторов

Масштабный фактор W_i	Пояснение уровня значения фактора
1	2
Предсказуемость PREC	Отсутствие опыта (очень низкий), полностью знаком (сверхвысокий)
Гибкость разработки FLEX	Используется заданный, строгий процесс (очень низкий), клиент установил только общие цели (сверхвысокий)
Разрешение архитектуры риска RESL	Малый анализ разрешает 20 % риска (очень низкий), полный и сквозной анализ разрешает 100 % риска (сверхвысокий)
Связанность группы TEAM	Очень трудные взаимодействия (очень низкий), интеллектуальная группа без проблем взаимодействия (сверхвысокий)



Окончание таблицы 6

1	2
Зрелость процесса РМАТ	Оценивается по этапам совершенствования процесса: начальный (хаос – неопределенность) повторяющийся, определяемый управляемый, оптимизирующий

Таблица 7 – Факторы затрат конструктивной модели стоимости

Характеристика M_i -х факторов по уровням			
Очень низкий	Низкий	Номинальный	Высокий
1	2	3	4
1 Требуемая надежность ПО – RELY			
Легкое беспокойство	Низкие, легко восстанавливаемые потери	Умеренные, легко восстанавливаемые потери	Высокие финансовые потери
2 Размер базы данных – DATA (D – байты БД; P – LOC программного изделия)			
	$D / P < 10$	$10 \leq D / P < 100$	$100 \leq D / P < 1000$
3 Сложность модуля в зависимости от области применения – CPLX			
Последовательный код с небольшим количеством структурируемых операторов: DO, CASE, IF-THEN-ELSE	Несложная вложенность структурированных операторов. Простые предикаты	В основном простая вложенность. Некоторое межмодульное управление. Таблицы решений	Высокая вложенность операторов с составными операторами. Однородная распределенная обработка
Вычисление простых выражений, например, $A = B + C * (D - E)$	Вычисление выражений средней сложности, например, $D = \text{SORT}(B^{**2} - 4 * A * C)$	Использование стандартных математических и статистических подпрограмм. Базовые матричные операции	Базовый численный анализ: мультивариантная интерполяция, обычные дифференциальные уравнения
Простые операторы чтения и записи, использующие простые форматы	Не требуется знание характеристик конкретного процессора	Обработка ввода-вывода, включающая выбор устройства, проверку состояния и обработку ошибок	Операции ввода-вывода физического уровня. Оптимизированный ввод-вывод
Простые массивы в оперативной памяти. Простые запросы к БД, обновления	Использование одного файла без изменения структуры данных. Умеренно сложные запросы к БД, обновления	Ввод из нескольких файлов и вывод в один. Простые структурные изменения, простое редактирование. Сложные запросы к БД, обновление	Простые триггеры, активизируемые содержимым потока данных. Сложное изменение структуры данных



Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Простые входные формы, генераторы отчетов	Использование билд-дерев для простых графических интерфейсов	Простое использование набора графических объектов (widgets)	Разработка набора графических объектов, его расширение. Простой головной ввод-вывод мультимедиа
4 Требуемая повторная используемость – RUSE			
	Нет	На уровне проекта	На уровне программы
5 Документирование требований жизненного цикла (ЖЦ) – DOCU			
Многие требования жизненного цикла не учтены	Некоторые требования жизненного цикла не учтены	Оптимизированы к требованиям жизненного цикла	Избыточны по отношению к требованиям жизненного цикла
6 Ограничение времени выполнения платформы – TIME			
		Используется ≤ 50 % доступной памяти	70 %
7 Ограничение оперативной памяти платформы – STOP			
		Используется ≤ 50 % доступной памяти	70 %
8 Изменчивость платформы – PVOL			
	Значительные изменения – каждые 12 мес., незначительные – каждый месяц	Значительные изменения – каждые 6 мес., незначительные – каждые 2 недели	Значительные изменения – каждые 2 мес. незначительные – каждая 1 неделя
9 Возможности аналитика – ACAP			
15 %	35 %	55 %	75 %
10 Возможности программиста – PCAP			
15 %	35 %	55 %	75 %
11 Опыт работы с приложениями – AEXP			
2 мес.	6 мес.	1 год	3 года
12 Опыт работы с платформой – PEXP			
2 мес.	6 мес.	1 год	3 года
13 Опыт работы с языком и утилитами – LTEX			
2 мес.	6 мес.	1 год	3 года
14 Использование программных утилит – TOOL			
Редактирование, кодирование, отладка	Простая входная, выходная CASE-утилита, малая интеграция	Базовые утилиты ЖЦ, умеренная интеграция	Развитые утилиты ЖЦ, умеренная интеграция
15 Требуемый график разработки – SCED			
75 % от номинального срока	85 %	100 %	130 %

Таблица 8 – Численное значение множителей затрат M_i

Фактор i	Множитель затрат			
	очень низкий	низкий	номинальный	высокий
RELY	0,75	0,88	1,00	1,15
DATA		0,93	1,00	1,09
CPLX	0,75	0,88	1,00	1,15
RUSE		0,91	1,00	1,14
DOCU	0,89	0,95	1,00	1,06
TIME			1,00	1,11
STOR			1,00	1,06
PVOL		0,87	1,00	1,15
ACAP	1,50	1,22	1,00	0,83
PCAP	1,37	1,16	1,00	0,87
AEXP	1,22	1,10	1,00	0,89
PEXP	1,25	1,12	1,00	0,88
LTEX	1,22	1,10	1,00	0,91
TOOL	1,24	1,12	1,00	0,86
SCED	1,29	1,10	1,00	1,00

Реальный уровень качества программного изделия в процессе его эксплуатации оценивается количеством содержащихся в нем дефектов (ошибок). В целях соизмеримости программных изделий, которые разработаны на различных языках, плотность дефектов (дефектность) обычно рассчитывается на единицу размера программного кода «тысяча строк эквивалентного ассемблерного кода» КАЕЛОС. В этом случае объем ПИ конкретного языка программирования в КЛОС умножается на соответствующий коэффициент пересчета K_{II} , приведенный в таблице 9.

Таблица 9 – Коэффициенты пересчета объемов строк ассемблерного эквивалента

Язык программирования	Коэффициент пересчета K_{II}	Язык программирования	Коэффициент пересчета K_{II}
Ассемблер	1,0	Miranda	8,0
C	2,5	Haskell	8,4
Кобол, Фортран	3,0	Visual C++	9,4
Паскаль	3,5	Visual Basic	10,0
C++, Prolog, LISP	5,0	Delphi Pascal	11,0
Java	6,0	Smalltalk, Perl	14,8
Ada 95	6,5	HTML.3	21,3

Качество разрабатываемого ПИ с позиций требований потребителя оценивается из условия, что распределение вероятностей строк кода размером в КАЕЛОС, содержащих дефекты и принятых за случайные величины, подчиняются нормальному закону распределения. Тогда уровень качества разработанного ПИ можно оценить величиной параметра

«i сигм» ($i \sigma$) (среднеквадратическим отклонением нормального распределения от математического ожидания μ), если количество строк кода, содержащих ошибки, попадают за интервал $[\mu - i \sigma, \mu + i \sigma]$. Не попавшие в интервал строки кода, содержащие ошибки, классифицируются как случайные. «Сигма» (σ) – показатель разброса статистических данных. Значение сигмы показывает, как часто может возникнуть дефект. Чем больше сигм, тем менее вероятно возникновение дефектов, тем выше надежность продукта, а потому выше степень удовлетворения требований потребителя.

Для оценки уровня качества ПИ используется метод «шести сигм». «Шесть сигм» – это подход к совершенствованию бизнеса, который стремится найти и исключить причины ошибок или дефектов путем сосредоточения на тех выходных параметрах, которые оказываются критически важными для потребителя. Метод «шести сигм» – стратегия прорыва, обеспечивающая удовлетворение требований потребителя («нуль дефектов»), «допускающая отклонения 3,4 случая на 1 млн возможных» [9, с. 63]. Философия понятия «шести сигм» основана на прямой корреляции между числом дефектов продукции, увеличением производственных затрат и уровнем удовлетворенности потребителей. Концепция «шести сигм» ставит на первое место потребителя и помогает находить самые лучшие решения, опираясь на факты и данные.

Соотношение поля допуска с полем разброса (в «сигмах») связывают с числом дефектов на единицу объема ПИ размером КАЕЛОС, приведенных в таблице 10, из которой видно, что с повышением «i сигма» уровень качества, производимого ПИ, растет.

Таблица 10 – Плотность дефектов ПИ размером КАЕЛОС в зависимости от уровня его качества

Расстояние между центром распределения μ и границей допуска i сигм ($i \sigma$)	Число дефектов на единицу объема КАЕЛОС D_i	Уровень качества разрабатываемого программного изделия, условия его достижения
Шесть сигм	0,0034	Очень высокий, комплексное тестирование и сопровождение после поставки
Пять сигм	0,233	Высокий, комплексное тестирование до поставки
Четыре сигмы	6,210	Средний, приемочное тестирование при разработке
Три сигмы	66,807	Низкий, локальное тестирование
Две сигмы	308,537	Очень низкий, отсутствие тестирования

Таким образом, число сигм для принятых условий работы при разработке ПИ показывает, как часто может возникнуть дефект. Чем больше сигм, тем менее вероятно возникновение дефектов в работе от невыявленных ошибок в созданном ПИ. Оценка уровня качества разработки ПИ



осуществляется так же, как и поставляемого, исходя из концепции уровня качества «6 сигм». При этом соблюдается правило: если имеются реальные возможности разработать ПИ с уровнем качества «i сигм» без превышения располагаемых ресурсов, необходимо, чтобы по действующим аналогам (в базовом варианте) был достигнут уровень качества не ниже, чем «(i-1) сигм».

В соответствии с объемом строк КАЕЛОС в ПИ по таблице 11 определяются $K_{ВД}$ и $K_{НД}$, по таблице 12 – $K_{Д}^Y$.

Таблица 11 – Уровень трудоемкости работ по устранению ошибок

Показатель уровня трудовых затрат по устранению ошибок в ПИ	Уровень трудовых затрат от размера ПИ в КАЕЛОС		
	До 8	От 8 до 32	Св. 32
По выявленным дефектам $K_{ВД}$	1,5–2,5	2,5–3,5	3,5–4,5
По невыявленным дефектам $K_{НД}$	3,5–4,5	4,5–5,5	5,5–6,5

Таблица 12 – Уровень выявления возможных дефектов

Показатель выявления дефектов в ПИ	Уровень выявления дефектов в ПИ от его размера в КАЕЛОС		
	До 8	От 8 до 32	Св. 32
Уровень выявления дефектов $K_{Д}^Y$	0,75	0,80	0,85

Результаты расчетов элементов единовременных затрат по базовому и проектируемому вариантам сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Единовременные затраты по базовому и проектируемому вариантам

Наименование элементов единовременных затрат	Величина по элементам, р.
...	
Итого единовременных затрат К	

2.4 Расчет годовых текущих издержек

Годовые текущие издержки по базовому и проектируемому вариантам:

$$I = I_{ЗП} + I_M + I_{Э} + I_{РО} + I_{РЗ} + I_{НР},$$

где $I_{ЗП}$ – годовые затраты на заработную плату операторов (специалистов) с начислениями, р.;

I_M – годовые затраты на материалы за вычетом реализованных отходов, р.;



$I_{Э}$ – годовые затраты на силовую электроэнергию, р.;

$I_{РО}$ – годовые затраты на ремонт и содержание оборудования, р.;

$I_{РЗ}$ – годовые затраты на ремонт и содержание зданий, р.;

$I_{НР}$ – годовые накладные расходы по управлению и обслуживанию производства, р.

Годовые затраты на заработную плату операторам (специалистам) с начислениями по i -м операциям (рабочим местам) рассчитываются по формуле

$$I_{ЗП} = \sum_{i=1}^n t_{ШКi} Z_T K_{Ti} (1 + K_{Pi}) (1 + K_D) (1 + K_{СС} + K_H) A_G,$$

где $t_{ШКi}$ – норма штучного времени по i -й операции, ч;

Z_T – часовая тарифная ставка первого разряда (определяется делением принятой на период проектирования месячной ставки первого разряда на месячный фонд рабочего времени 168 ч), р.;

K_{Ti} – тарифный коэффициент разряда по i -й операции;

K_{Pi} – коэффициент премирования по i -й операции, $K_{Pi} = 0,4-0,5$;

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_D = 0,1$;

$K_{СС}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, $K_{СС} = 0,35$;

K_H – коэффициент, учитывающий налоги на заработную плату, $K_H = 0,1$.

Годовые затраты на материалы определяются по формуле

$$I_M = \sum_{j=1}^m (P_{Mj} H_{Mj} - P_{OTj} H_{OTj}) A_G,$$

где P_{Mj} – цена приобретения используемого j -го материала, р.;

P_{OTj} – цена реализуемых отходов, р.;

H_{Mj} – норма расхода i -х видов материала (листы бумаги, формы документов, картриджи и т. д.), шт. (кг);

H_{OTj} – норма реализуемых отходов, шт. (кг);

A_G – годовое количество решаемых задач.

Годовые издержки на потребляемую электроэнергию в рублях, если оборудование работает в режиме полной занятости в течение рабочего дня, рассчитываются по формуле

$$I_{Э} = \sum_{i=1}^n W_i F_D K_3 P_{Э} d_3$$



где F_D – годовой действительный фонд работы единицы оборудования, ч;

W_i – потребляемая мощность оборудования на i -й операции, кВт;

$P_{\text{Э}}$ – цена (тариф) за 1 кВт·ч потребляемой электроэнергии, р./(кВт·ч).

Годовые издержки на ремонт и содержание оборудования в рублях определяются по формуле

$$I_{PO} = 0,64K_O^{0,84},$$

где K_O – стоимость используемого оборудования, р.

Годовые затраты на ремонт и содержание зданий рассчитываются по формуле

$$I_{ЗД} = K_{ЗД}H_{PЗ}/100,$$

где $H_{PЗ}$ – норматив на ремонт и содержание здания ($H_{PЗ} = 2,2-3,0$ принимается с учетом типа и этажности здания), %;

$K_{ЗД}$ – стоимость используемых зданий, р.

Годовые накладные расходы состоят из статей затрат на управление и обслуживание производства I_Y , освещение I_{OC} , воду на бытовые нужды I^B_B , тепловой энергии на горячую воду $I^{TB}_{TЭ}$, отопление $I^{OT}_{TЭ}$, вентиляцию $I^{BT}_{TЭ}$:

$$I_{HP} = I_Y + (I_{OC} + I^B_B + I^{TB}_{TЭ} + I^{OT}_{TЭ} + I^{BT}_{TЭ}) \cdot d_3.$$

Перечисленные выше статьи накладных расходов определяются по следующим формулам:

$$I_Y = I_{ЗП}K_{KY},$$

где K_{KY} – коэффициент, учитывающий косвенные расходы по управлению, $K_{KY} = 0,2-0,3$ – принимается с учетом размера предприятия;

$$I_{OC} = P_{\text{Э}}W_S SF_O,$$

где W_S – норма освещенности, $W_S = 0,020-0,036$ кВт/м²;

S – площадь производственных и служебно-бытовых зданий, м²;

F_O – годовой осветительный фонд времени ($F_O = 800$ ч при односменной работе и $F_O = 2400$ ч при двухсменной работе);



$$I_B^B = P_B^B H_B^B \chi_P D_P,$$

где P_B^B – цена воды на бытовые нужды, р./м³;

H_B^B – норма расхода воды на бытовые нужды в сутки на одного работника, $H_B^B = 0,025$ м³;

χ_P – численность операторов (специалистов), чел.;

$$I_{TЭ}^{ГВ} = P_{TЭ} q_{ТХ}^B (t^{BG} - t^{BX}) 10^{-6} V^{BG} F^{BG},$$

где $P_{TЭ}$ – цена (тариф) за теплоэнергию, р./Гкал;

$q_{ТХ}^B$ – удельная тепловая характеристика воды, $q_{ТХ}^B = 1$ ккал/(м³ · ч · °С);

V^{BG} – объем потребления горячей воды за 1 ч ($V^{BG} = 3$ л на одного работающего), л;

t^{BG} , t^{BX} – температура горячей воды в системе $t^{BG} = +65$ °С, холодной воды $t^{BX} = +5$ °С;

F^{BG} – период теплоснабжения горячей водой, $F^{BG} = F_{CM} K_{CM} D_P$;

$$I_{TЭ}^{OT} = P_{TЭ} q_{ТХ}^{3Д} (t_{ВН}^{3Д} - t_H^{3Д}) 10^{-6} V^{3Д} F^{OT},$$

где $q_{ТХ}^{3Д}$ – удельная тепловая характеристика здания, $q_{ТХ}^{3Д} = 0,35-0,40$, ккал/(м³ · ч · °С);

$V^{3Д}$ – объем помещения здания по наружному обмеру ($V^{3Д} = SH$, где высота помещения $H = 3,5-4,0$ м), м³;

$t_{ВН}^{3Д}$, $t_H^{3Д}$ – температура воздуха внутри помещения и снаружи, соответственно $t_{ВН}^{3Д} = +20$ °С, $t_H^{3Д} = -10$ °С;

F^{OT} – отопительный период за год, $F^{OT} = 4320$ ч;

$$I_{TЭ}^{BT} = P_{TЭ} q_{ТХ}^{BT} (t_{ВН}^{BT} - t_H^{BT}) 10^{-6} V^{3Д} F^{BT} K_{TЭ}^П,$$

где $q_{ТХ}^{BT}$ – удельная тепловая характеристика вентиляции здания, $q_{ТХ}^{BT} = 0,12-0,15$ ккал/(м³ · ч · °С);

$t_{ВН}^{BT}$, t_H^{BT} – температура воздуха вытяжного и снаружи, соответственно $t_{ВН}^{BT} = +20$ °С, $t_H^{BT} = -1,5$ °С;

F^{BT} – период работы вентиляционной системы за год, $F^{BT} = 1300-1400$ ч;



$K_{TЭ}^{II}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоэнергии, $K_{TЭ}^{II} = 1,18$.

Результаты расчетов за год по статьям текущих издержек сводятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Годовые текущие издержки

Наименование статей издержек	Величина издержек, р.
...	
Итого годовых текущих издержек I	

2.5 Расчет показателей экономической эффективности

Для технических решений в области совершенствования информационной системы, имеющих внутрипроизводственную значимость, годовой экономический эффект определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_Г = Z_{Г}^B - Z_{Г}^{II},$$

где $Z_{Г}^B$, $Z_{Г}^{II}$ – годовые приведенные затраты по базовому и проектному вариантам.

Величина приведенных затрат по базовому и проектируемому вариантам определяется по формуле

$$Z_{Г} = E_H K + \sum_i p_i K_i + I,$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности, $E_H = 0,1$;

K , K_i – единовременные затраты (см. таблицу 13) суммарные и по i -м элементам, р.;

p_i – норма реновации единовременных затрат, которая рассчитывается как обратная величина срока службы $t_{СЛi}$ по i -м элементам (сроки службы вычислительной техники $t_{СЛ} = 5-10$ лет, оборотных средств и затрат на проектирование $t_{СЛ} = 4-6$ лет, зданий $t_{СЛ} = 40-100$ лет), с учетом морального износа

$$p_i = \frac{E_H}{(1 + E_H)^{t_{СЛ}} - 1};$$

I – годовые текущие издержки (см. таблицу 14), р.

Если годовая производительность (годовой объем решаемых задач)

по проектному B_{Γ}^{Π} , базовому B_{Γ}^B вариантам по величине различается, тогда годовой экономический эффект вычисляется после пересчета приведенных затрат в сопоставимый вид по формуле

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = z_{\Gamma}^B \frac{B_{\Gamma}^{\Pi}}{B_{\Gamma}^B} - z_{\Gamma}^{\Pi}.$$

Если единовременные затраты по проектному варианту превышают затраты по базовому ($K^{\Pi} > K^B$), то рассчитывается срок окупаемости дополнительных единовременных затрат по формуле

$$T_{OK} = \frac{K^{\Pi} - K^B}{I^B - I^{\Pi}}.$$

Если период окупаемости меньше нормативного ($T_{OK} < T_H$), то это подтверждает целесообразность проектного варианта оцениваемых технических решений.

2.6 Оформление результатов по организационно-экономической части

Основные технико-экономические показатели дипломного проекта, которые определяют сравнительную экономическую эффективность принятых технических решений, сводятся в таблицу 15, по которой оформляется демонстрационный лист в виде плаката или слайд-презентации.

На основании полученных технико-экономических показателей (см. таблицу 15) формулируются выводы. В выводах отмечается:

- подтвердилась ли целесообразность принятых технических решений и насколько это подтверждается показателями экономической эффективности;

- какие экономические показатели (производительность процесса, единовременные затраты, текущие издержки, потери и экономия от повышения качества) в последовательности их значимости повлияли на величину показателей экономической эффективности;

- какие технические параметры принятых технических решений явились причиной эффектов в экономических показателях.

Следует привести рекомендации по расширению сфер и областей возможного использования технических решений, принятых в дипломном проекте.



Таблица 15 – Техничко-экономические показатели по сравниваемым вариантам

Наименование показателей	Величина (по вариантам)
Годовое количество решаемых задач	
Норма времени решения задачи, мин	
Уровень качества программного изделия $i \sigma$	
Потребляемая мощность вычислительных средств, кВт	
Единовременные затраты, р.	
Годовые текущие издержки, р.	
Годовые приведенные затраты, р.	
Годовой экономический эффект, р.	
Срок окупаемости, лет	
Продолжительность освоения ПИ, лет	
Продолжительность использования ПИ, лет	

Список литературы

1 Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): учебник / К. А. Грачева [и др.]; под ред. Ю. В. Скворцова, Л. А. Некрасова. – М. : Высш. шк., 2003. – 470 с.

2 Экономика и организация производства в дипломных проектах: учеб. пособие для машиностроительных вузов / К. М. Великанов [и др.]; под общ. ред. К. М. Великанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1986. – 285 с.

3 **Орлов, С. А.** Технология проектирования программного обеспечения: учебник для вузов / С. А. Орлов. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2004. – 527 с.

4 **Боэм, Б. У.** Инженерное проектирование программного обеспечения: пер. с англ. / Б. У. Боэм. – М. : Радио и связь, 1985. – 512 с.

5 Предотвращение дефектов при создании программных изделий / С. Н. Баранов [и др.] // Программные продукты и системы. – 1998. – № 2. – С. 2–6.

6 Типовые нормы времени и нормы обслуживания на работы по бухгалтерскому учету. – Минск : ПКФ ЭКАУНИТ, 1993. – 32 с.

7 **Хофманн, Д.** Измерительно-вычислительные системы обеспечения качества: пер. с нем. / Д. Хофманн. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 272 с.

8 **Кастеллани, К.** Автоматизация решения задач управления: пер. с фр. / К. Кастеллани. – М. : Мир, 1982. – 472 с.

9 **Новицкий, Н. И.** Техничко-экономические показатели работы предприятий: учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий, А. А. Горюшкин, А. В. Кривенков; под ред. проф. Н. И. Новицкого. – Минск : ТетраСистемс, 2010. – 272 с.

