Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова»

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

# Методические указания

для студентов специальности

1**-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий**

Могилев 2024

## УДК 35.077.1

Рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры ПОИТ

Протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Составитель

И.В. Акиншева

© УО «Могилевский государственный

университет имени А.А. Кулешова», 2024

## ВВЕДЕНИЕ

В дипломном проекте по специальности 1**-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий** 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.

По результатам расчета технико-экономических показателей и эффективности проекта делается вывод о целесообразности внедрения проектируемого варианта инженерных решений.

Экономическая часть дипломного проекта выполняется под руководством консультанта от кафедры программного обеспечения информационных технологий. Исходные данные для экономической оценки технических решений в проекте должны быть получены по месту преддипломной практики, из проектных расчетов, литературных источников и справочных материалов. На данные, взятые из литературных источников и справочных материалов, необходимо давать ссылки. Например, если в списке используемой литературы этот источник дан под пятым номером, то указывается номер и страницы, где имеется информация, которая взята для расчетов, т.е. по тексту в этом случае указывается: [5, с.115].

### 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.

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

Таблица 1 – Характеристика проектируемой информационной системы

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Параметры |
| 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 |
| 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 (С++ 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 |

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 разрабатываемых 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 (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика сравниваемых вариантов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Базовый | Проектный |
| Информационный процесс |  |  |
| Средства информационного процесса | | |
| …. |  |  |
| Исполнитель процесса |  |  |

#### 2 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**2.1** **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



где tпз – подготовительно-заключительное время на партию решае­мых задач;

nп – количество последовательно решаемых задач за один про­гон;

tоп – оперативное время выполнения задачи (сумма основного и вспомогательного неперекрываемого времени);

tоб – время обслуживания рабочего места;

tотл – время на отдых и личные надобности.

Время tоб и tотл чаще определяется косвенно, как доля от оперативного времени tоп в размере 0,12-0,16.

Для базового варианта данные оперативного времени получают опытно-статистическим методом на основании информации (замеров времени), полученной на рабочем месте исполнителя процесса. Опираясь на полученные данные, определяют максимальное  и минимальное время , затрачиваемые на выполнение конкретной операции. Расчет среднего оперативного времени производился по следующей формуле



Результаты расчетов среднего оперативного времени для базового варианта вносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результат расчета среднего оперативного времени для базового варианта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование элементов нормы времени  по операции | , мин | , мин | , мин |
| ….. |  |  |  |
| Итого на задачу |  |  |  |

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



где Lз – количество вводимых знаков в строке;

LCT – количество строк в документе;

Кви – коэффициент, учитывающий характер вводимой инфор­мации (Кви = 1, если вводимая информация цифровая, Кви = 1,3, если ал­фавитно-цифровая).

При автоматизации учетных задач продолжительность их решения можно оценить по нормам оперативного времени (таблица 4).

Таблица 4 – Типовые нормы оперативного времени на обработку документа по бухгалтерскому учету

| Параметры документа | | Норма оперативного времени на выполнение операций бухгалтерского  учета, мин | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество  строк | Количество граф в строке | Приходно­  расходные  операции | Расход материалов | | Калькули­  рование  затрат | Реализа­  ция  продук­  ции |
| основных | вспомога­  тельных |
| 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 |

Полученные результаты расчетов и контрольных замеров сводятся в таблицу 5.

Таблица 5 - Результат расчета среднего оперативного времени по вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование элементов нормы времени по j-й операции | Продолжительность среднего оперативного времени, мин | |
| Базовый | Проектный |
| …….. |  |  |
| Итого на задачу |  |  |

Результаты расчета трудоемкости по операциям как нормы штучно-калькуляционного времени сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 - Трудоемкость решения i-й задачи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование элементов нормы времени по j-й операции | Продолжительность элементов нормы времени (tшт), мин | |
| Базовый | Проектный |
| …….. |  |  |
| Итого норма штучно-калькуляционного времени tпi |  |  |

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

Далее обосновывается величина годовой программы АГ (сколько рабочих дней и сколько раз в день выполняется задача) по каждому виду задач с учетом периодичности их решения.

**2.2 Расчет единовременных затрат**

Инвестиции (единовременные затраты) определяются по формуле

И = Ио + Иоб + Изд + Ипр,

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

Иоб – стоимость запасов в оборотные средства, р.;

Изд – стоимость потребной площади здания, р.;

Ипр – затраты на проектирование, р.

Инвестиции (единовременные затраты) в оборудование определяются по формуле

Ио =,

где Nni – принятое число единиц i-го оборудования (Nni *>* Npi - округляется до целого, чаще в большую сторону), шт.;

Poi– цена приобретения i-го оборудования (по варианту), р.;

αТi, αМi – коэффициенты, учитывающие транспортно­-заготовительные расходы (αТi = 0,05–0,10), затраты на монтаж и отладку (αМi = 0,05-0,10);

d3– доля занятости принятых рабочих мест, d3 *=* NP */* Nn.

Расчетное количество машин (рабочих мест) вычисляется по формуле

Nр =,

где Fд – годовой действительный фонд работы оборудования (ра­бочего места), ч;

k3 – коэффициент запаса, учитывающий неравномерность по­ступления информации (для стабильных процессов k3 *=* 0,90-0,95; периодических – k3 = 0,85-0,90; нерегулярных – k3= 0,70-0,85).

Годовой действительный фонд рабочего места оператора определяется по следующей формуле:

Fд =,

где Fcm – номинальный сменный фонд работы, ч;

Ксм – коэффициент сменности - число смен работы в течение рабочего дня;

ДP – число рабочих дней в году;

Кпр – коэффициент, учитывающий долю времени простоев в плановых ремонтах, Кпр = 0,03-0,06.

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

Иоб =

где PMj – цена приобретения j-го материала, используемого при решении задачи по варианту, р.;

ZMj – 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

Изд =

где  – нормативы производственной (6-10 м2 на одно рабочее место) и служебно-бытовой (5-7 м2 на одного оператора) площадей;

 – цены (стоимости) 1 м2 производственного (160-200 долл.) и служебно-бытового (220-240 долл.) зданий.

Затраты на проектирование определяются в рублях по формуле

Ипр =

где РПР – сметная ставка 1 чел.-мес. проектирования, р;

Тпр – трудоемкость проектирования, чел.-мес.;

Дi и Дi+1 – дефектности для исходного уровня качества (по базо­вому варианту i σ, проектируемому (i + 1) σ);

Квд и Кнд – коэффициенты уровня трудовых затрат на устране­ние выявленных и не выявленных дефектов;

 – уровень выявления дефектов в программном изделии в процессе проведения тестирования.

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

Рпр =

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

КТ – тарифный коэффициент проектировщика (Приложение А);

КП – коэффициент премирования, КП = 1,5;

Кд – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, Кд = 0,1;

КСС – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, Ксс = 0,346;

КНР – коэффициент, учитывающий накладные расходы (прини­мается в пределах от 0,2 до 0,4).

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 рассчитывается по следующей формуле:

Тпр =

где АТ, В – коэффициенты конструктивной модели стоимости по принятому типу проекта (таблица 7). Коэффициент В изменяется в диапазоне 1,01-1,26 и зависит от пяти масштабных факторов Wi (в таблице 8 факторы Wi 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

В =

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

МР – поправочный множитель, который зависит от 15 факторов затрат конструктивной модели стоимости на основании принятых харак­теристик факторов для проекта (таблица 9) и численных значений множителей Mi (таблица 10), 

Tauto – затраты на автоматически генерируемый программный код,

Tauto = (KALOC • AT/100) ATROD,

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

AT – процент автоматически генерируемого кода;

ATROD – производительность автоматически генерируемого кода, тысяч строк в месяц.

Таблица 7 – Коэффициенты базовой конструктивной модели стоимости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип модели | Величина коэффициентов | |
| А | В |
| Распространенный | 2,4 | 1,05 |
| Полунезависимый | 3,0 | 1.12 |
| Встроенный | 3,6 | 1,20 |

Таблица 8 – Характеристика масштабных факторов

|  |  |
| --- | --- |
| Масштабный фактор Wi | Пояснение уровня значения фактора |
| 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) |
| Зрелость процесса PMAT | Оценивается по этапам совершенствования процесса: начальный (хаос - неопределенность)  повторяющийся, определяемый  управляемый, оптимизирующий |

Таблица 9 – Факторы затрат конструктивной модели стоимости

| Характеристика Mi-хфакторов по уровням | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Очень низкий | Низкий | Номинальный | Высокий |
| 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 < D / P < 100 | 100 < 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 = 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 БД, обновление | Простые тригге­ры, активизируе­мые содержимым потока данных. Сложное измене­ние структуры данных |
| Простые вход­ные формы, ге­нераторы отче­тов | Использование бильдеров 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 10 - Численное значение множителей затрат Mi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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» KAELOC. В этом случае объем ПИ конкретного языка программирования в KLOC умножается на соответствующий коэффициент пересчета КП, приведенный в таблице 11.

Таблица 11 - Коэффициенты пересчета объемов строк ассемблерного эквивалента

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Язык программирования | Коэффициент пересчета Кп | Язык программирования | Коэффициент пересчета Кп |
| Ассемблер | 1,0 | Miranda | 8,0 |
| С | 2,5 | Haskell | 8,4 |
| Кобол, Фортран | 3,0 | Visual C++ | 9,4 |
| Паскаль | 3,5 | Visual Basic | 10,0 |
| С++, 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 KAELOC, содержащих дефекты и принятых за случайные величины, подчиняются нормальному закону распределения. Тогда уровень качества разработанного программного изделия можно оценить величиной параметра «i сигм» (i σ) (среднеквадратическим отклонением нормального распределения от математического ожидания µ), если количество строк кода, содержащих ошибки, попадают за интервал [µ - i σ, µ + i σ]. 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 «шесть сигм» – стратегия прорыва, обеспечивающая удовлетворение требований потребителя («нуль дефектов»), «допускающая отклонения 3,4 случая на 1 млн возможных» Философия понятия «шесть сигм» основана на прямой корреляции между числом дефектов продукции, увеличением производственных затрат и уровнем удовлетворенности потребителей. Концепция «шесть 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 KAELOC, приведенных в таблице 12, из которой видно, что с повышением «i сигма» уровень качества, производимого ПИ, растет.

Таблица 12 - Плотность дефектов ПИ размером KAELOC в зависимости от уровня его качества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расстояние между центром распределения ц и границей допуска i сигм (i а) | Число дефектов на единицу объема KAELOC Дi | 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 KAELOC в ПИ по таблице 13 определяются Квд и Кнд, по таблице 14 - .

Таблица 13 - Уровень трудоемкости работ по устранению ошибок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель уровня трудовых затрат по устранению ошибок в ПИ | Уровень трудовых затрат от размера ПИ  в KAELOC | | |
| До 8 | От 8 до 32 | Св. 32 |
| По выявленным дефектам Квд | 1,5-2,5 | 2,5-3,5 | 3,5-4,5 |
| По невыявленным дефектам Кнд | 3,5-4,5 | 4,5-5,5 | 5,5-6,5 |

Таблица 14 - Уровень выявления возможных дефектов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель выявления дефектов в ПИ | Уровень выявления дефектов в ПИ от его размера в KAELOC | | |
| До 8 | От 8 до 32 | Св. 32 |
| Уровень выявления дефектов | 0,75 | 0,80 | 0,85 |

Результаты расчетов элементов единовременных затрат по базово­му и проектируемому вариантам сводятся в таблицу 15.

Таблица 15 - Единовременные затраты по базовому и проектируемому вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование элементов единовременных затрат | Величина по элементам, р. | |
| Базовый | Проектный |
| ….. |  |  |
| Итого единовременных затрат (И) |  |  |

**2.3 Расчет годовых текущих издержек**

Годовые текущие издержки (затраты) по базовому и проектируемому вариан­там:

З = Ззп + Зм + Зэ + Зро + Зрз + Знр,

где Ззп – годовые затраты на заработную плату операторов (специ­алистов) с начислениями, р.;

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

ЗЭ – годовые затраты на силовую электроэнергию, р.;

Зро – годовые затраты на ремонт и содержание оборудования, р.;

ЗРЗ – годовые затраты на ремонт и содержание зданий, р.;

Знр – 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

Ззп =

где tшкi – норма штучного времени по i-й операции, ч;

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

Ктi – тарифный коэффициент разряда по i-й операции;

КПi – коэффициент премирования по i-й операции, КП = 0,4-0,5;

Кд – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, Кд = 0,1;

КСС – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, Ксс = 0,346;

КН – коэффициент, учитывающий налоги на заработную плату, Кн = 0,1.

Годовые затраты на материалы определяются по формуле

Зм =

где PMj – цена приобретения используемого j-го материала, р.;

PОTj – цена реализуемых отходов, р.;

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

HOTj – норма реализуемых отходов, шт. (кг);

АГ – 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

Зэ =

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

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

РЭ – цена (тариф) за 1 кВт-ч потребляемой электроэнергии, р./(кВтч).

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

Зро =

где Ко - стоимость используемого оборудования, р.

Годовые затраты на ремонт и содержание зданий рассчитываются по формуле

Ззд =

где НРЗ – норматив на ремонт и содержание здания (НРЗ = 2,2-3,0 принимается с учетом типа и этажности здания), %;

Кзд – стоимость используемых зданий, р.

Годовые накладные расходы состоят из статей затрат на управление и обслуживание производства Зу, освещение Зос, воду на бытовые нужды Збв, тепловой энергии на горячую воду Згвтэ, отопление Зоттэ, вентиляцию Звттэ:

Знр =

Перечисленные выше статьи накладных расходов определяются по следующим формулам:

Зу =

где ККУ – коэффициент, учитывающий косвенные расходы по управлению, Кку = 0,2-0,3 - принимается с учетом размера предприятия;

Зос =

где Ws – норма освещенности,

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

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



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

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

Чр – численность операторов (специалистов), чел.;



где РТЭ – цена (тариф) за теплоэнергию, р./Гкал;

 – удельная тепловая характеристика воды,  = 1 ккал/(м3 • ч • °С);

Vвг – объем потребления горячей воды за 1 ч (Vвг = 3 л на одного работающего), л;

tвг, tвх – температура горячей воды в системе tвг = +65 °С, холодной воды tвх = +5 °С;

Fвг – период теплоснабжения горячей водой, Fвг = FсмКcмДp;



где  – удельная тепловая характеристика здания,  = 0,35-0,40, ккал/(м3 • ч • °С);

VЗД – объем помещения здания по наружному обмеру (VЗД = SH, где высота помещения Н = 3,5-4,0 м), м3;

 – температура воздуха внутри помещения и снаружи, соответственно  = + 20 °С,  = -10 °С;

Fот – отопительный период за год, Fот = 4320 ч;



где  – удельная тепловая характеристика вентиляции здания,  = 0,12-0,15 ккал/(м3 • ч • °С);

  – температура воздуха вытяжного и снаружи, соответственно  = +20 °С,  = -1,5 °С;

FBT - период работы вентиляционной системы за год, FBT = 1300-1400 ч;

 - коэффициент, учитывающий потери теплоэнергии, = 1,18.

Результаты расчетов за год по статьям текущих издержек (затрат) сводятся в таблицу 16.

Таблица 16 - Годовые текущие издержки (затраты)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей затрат | Величина затрат, р. | |
| Базовый | Проектный |
| …. |  |  |
| Итого годовых текущих издержек (З) |  |  |

**3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

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



где  – годовые приведенные затраты по базовому и проект­ному вариантам.

Величина приведенных затрат по базовому и проектируемому ва­риантам определяется по формуле



где Ен – нормативный коэффициент эффективности, Ен = 0,1;

И, Иi – единовременные затраты (таблица 12) суммарные и по i-м элементам, р.;

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



З – годовые текущие издержки (таблица 13), р.

Если годовая производительность (годовой объем решаемых задач) по проектному , базовому  вариантам по величине различается, то­гда годовой экономический эффект вычисляется после пересчета приве­денных затрат в сопоставимый вид по формуле



Если единовременные затраты по проектному варианту превышают затраты по базовому (Ип > Иб), то рассчитывается срок окупаемости до­полнительных единовременных затрат по формуле



Если период окупаемости меньше нормативного (ТОК < ТН), то это подтверждает целесообразность проектного варианта оцениваемых техни­ческих решений.

Основные технико-экономические показатели дипломного проекта, которые определяют сравнительную экономическую эффективность при­нятых технических решений, сводятся в таблицу 17.

Таблица 17 – Технико-экономические показатели по сравниваемым вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Величина | |
| Базовый | Проектный |
| Годовое количество решаемых задач |  |  |
| Норма времени решения задачи, мин |  |  |
| Уровень качества программного изделия i σ |  |  |
| 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 |  |  |

На основе приведенных показателей формулируются выводы:

* 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.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Орлов, С. А. Технология проектирования программного обеспечения: учебник для вузов / С. А. Орлов. - 3-е изд. – СПб. : Питер, 2004. - 527 с.
2. Боэм, Б. У. Инженерное проектирование программного обеспечения: пер. с англ. / Б. У. Боэм. – М. : Радио и связь, 1985. - 512 с.
3. Предотвращение дефектов при создании программных изделий / С. Н. Баранов [и др.] // Программные продукты и системы. – 1998. - № 2. - С. 2-6.
4. Типовые нормы времени и нормы обслуживания на работы по бухгалтерскому учету. – Минск : ПКФ ЭКАУНИТ, 1993. – 32 с.
5. Хофманн, Д. Измерительно-вычислительные системы обеспечения качества: пер. с нем. / Д. Хофманн. - М. : Энергоатомиздат, 1991. – 272 с.
6. Кастеллани, К. Автоматизация решения задач управления: пер. с фр. / К. Кастеллани. – М. : Мир, 1982. – 472 с.
7. Новицкий, Н. И. Технико-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.

# Приложение А

**Таблица А.1 – Распределение работников коммерческих организаций и индивидуальных предпринимателей**

**по тарифным разрядам единой тарифной сетки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Категории  и должности работников | Тарифные разряды | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| **Тарифные коэффициенты** | | 1,0 | 1,16 | 1,35 | 1,57 | 1,73 | 1,90 | 2,03 | 2,17 | 2,32 | 2,48 | 2,65 | 2,84 | 3,04 | 3,25 | 3,48 | 3,72 | 3,98 | 4,26 | 4,56 | 4,88 | 5,22 | 5,59 | 5,98 |
| Рабочие на работах с нормальными условиями труда | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Другие служащие (технические исполнители) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Руководители подразделений административно-хозяйственного обслуживания | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Специалисты со средним уровне квалификации (техники и др.) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист II категории | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист I категории | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Специалисты с высшим уровне квалификации (инженеры и др.) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист II категории | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - специалист I категории | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - ведущий специалист | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Руководители структурных подразделений** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник бюро (сектора, группы, лаборатории) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник отдела (центральной лаборатории, центра) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник управления (службы) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Главный специалист | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Руководители производственных структурных подразделений** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Мастер | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Старший мастер | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник участка, смены | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник цеха | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Начальник производства | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Руководитель предприятия | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

***Примечание:*** Для определения разряда учитывается уровень образования конкретного работника, а также сложность выполняемой работы, требующей соответствующей квалификации. Лица, не имеющие специальной подготовки или стажа работы, установленных квалификационными требованиями, но обладающие достаточным практическим опытом и выполняющие качественно и в полном объеме возложенные на них должностные обязанности, по рекомендации аттестационной комиссии в порядке исключения могут быть назначены на соответствующие должности так же, как и лица, имеющие специальную подготовку и стаж работы