

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра экономики

В.А. Палицын

**Технико-экономическое обоснование
дипломных проектов**

**Методическое пособие
для студентов всех специальностей БГУИР**

Проекты программного обеспечения

Минск 2015

УДК 330.4(075.8)
ББК 65.01 я 73
П 14

Палицын В.А.

П 14 Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Метод. пособие для студ. всех спец. Подготовлено на основе методического пособия В.А.Палицына: Проекты программного обеспечения/ В.А. Палицын. – Мн.: БГУИР, 2015. – 51 с.

В методическом пособии излагаются методы оценки объемов и трудоемкости проектов ПО, методика расчета сметы затрат на ПО, раскрываются подходы оценки экономической эффективности заказных программных продуктов и применении ПО у пользователей. Пособие предназначено для студентов всех форм обучения.

СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1. СМЕТА ЗАТРАТ И ЦЕНА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	6
1.1 Определение объема и трудоемкости ПО	7
1.2 Расчет сметы затрат и цены заказного ПО	17
2. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПО У ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	
2.1. Методические подходы оценки экономической эффективности ПО у пользователя	28
2.2. Расчет экономии основных видов ресурсов в связи с использованием нового ПО	32
ПРИЛОЖЕНИЯ	
1. Приложение 1. Классификация типов программного обеспечения	37
2. Приложение 2.Каталог функций программного обеспечения .	39
3.Приложение 3.Укрупненные нормы времени на разработку ПО(T_n)зависимости от уточненного объема ПО (V_y) и группы сложности ПО (чел./дн	42
4.Приложение 4.Характеристики категорий сложности ПО	44
5. Приложение5.Оценка значений среднего расхода материалов на разработку и отладку 100 строк исходного кода без применения ПО	47
6. Оценка значений среднего машинного времени на отладку 100 строк исходного кода без применения ПО	47
7. Исходные данные и формулы расчета.	48

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современных бизнес-процессов в любой отрасли общественной деятельности является автоматизация сбора и обработки информации для принятия управленческих решений. Вместе с тем автоматизация невозможна без использования программных продуктов. Решение любой информационной задачи связано с применением не только системного программного обеспечения, но и разнообразных программных средств – приложений.

Разработка проектов программных средств связана со значительными затратами ресурсов (трудовых, материальных, финансовых). В связи с этим создание и реализация каждого проекта программного обеспечения нуждается в соответствующем технико-экономическом обосновании (ТЭО).

Следует подчеркнуть, что ТЭО связано с оценкой как технических, так и экономических параметров будущего продукта. Совершенно не оправданным является тот факт, когда в ТЭО приводится только их экономическая оценка. Иначе говоря, экономический расчет «накладывается» на какие-то технические решения, и прилагаются все усилия, чтобы доказать экономическую эффективность этих технических решений, хотя техническая оценка их отсутствует. Необходимо начинать с технической оценки проектов и на основании перебора нескольких альтернативных технических вариантов выделять лучшие, которые должны быть подтверждены экономическими расчетами.

Отсутствие технической оценки обедняет обоснование проектов и делает его однобоким. При создании программного обеспечения (ПО) может быть использовано несколько технологий и выбрать одну из них как наиболее эффективную для конкретного случая есть творческая задача автора проекта.

На современном рынке программных средств имеются разнообразные инструменты для разработки ПО. Специалист должен уметь из множества вариантов технических и программных средств выбрать такие, которые позволят создать надежную и высокопроизводительную систему, соответствующую

требованиям пользователя, но при этом обладающую более низкой стоимостью по сравнению с другими возможными вариантами.

Проект стоит разрабатывать, если он дает определенные преимущества по сравнению с известными передовыми аналогами или, в крайнем случае, по сравнению с существующей практикой. Поэтому, до того как приступить к разработке проекта программного средства, специалист должен, используя соответствующие методы, найти наиболее рациональное решение, обеспечивающее высокий технический уровень программы и дающее существенную экономию ресурсов как при разработке проекта в научно-технической организации (у разработчика), так и при его реализации у пользователя (покупателя, заказчика).

Примечание. Все расчеты вести в рублях.

1. СМЕТА ЗАТРАТ И ЦЕНА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В рыночных условиях программное обеспечение выступает преимущественно в виде продукции научно-технических организаций, представляющей собой функционально завершенные и имеющие товарный вид программные средства, поставляемые заказчикам и продаваемые покупателям по рыночным ценам. Все завершенные разработки ПО являются научно-технической продукцией.

Широкое применение вычислительной техники (ВТ) требует постоянного обновления и совершенствования программного обеспечения. Выбор эффективных проектов ПО требует их экономической оценки и расчета экономического эффекта. Экономический эффект у разработчика выступает в виде роста чистой прибыли (чистого дохода, ЧД) или чистого дисконтированного дохода (ЧДД), научно-технической организации от реализации ПО. Экономический эффект зависит от объема затрат на разработку проекта, уровня цены на разработанный программный продукт и объема продаж.

Экономический эффект у пользователя выражается в экономии трудовых, материальных и финансовых ресурсов, которая в конечном итоге также через уровень затрат, цену и объем продаж выступает в виде роста ЧД или ЧДД пользователя.

Стоимостная оценка ПО и определение экономического эффекта у разработчика предполагают составление сметы затрат, которая в денежном выражении включает следующие статьи расходов:

- заработную плату исполнителей, основную (Z_o) и дополнительную (Z_d);
- отчисления в фонд социальной защиты населения ($Z_{сз}$);
- отчисления на обязательное страхование ($Z_{ос}$);
- материалы и комплектующие (M);
- спецоборудование (P_c);
- машинное время (P_m);

- расходы на научные командировки ($P_{нк}$);
- прочие прямые расходы ($P_з$);
- накладные расходы ($P_н$).

На основе общей суммы расходов по всем статьям (C_p) и результатов маркетинговых исследований на рынке ПО определяется плановая отпускная цена (C_o) с учетом прибыли (рентабельности) и налогов, включаемых в цену.

1.1 Определение объема и трудоемкости ПО

Объем ПО. Базой для расчета плановой сметы затрат на разработку ПО является объем ПО.

Общий объем (V_o) программного продукта определяется исходя из количества и объема функций, реализуемых программой:

$$V_o = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (1)$$

где V_i – объем отдельной функции ПО;

n – общее число функций.

Единицы измерения объема ПО. Оценивание объема программного продукта связано с выбором наиболее подходящей единицы измерения размера продукта. В зарубежной практике получили распространение следующие единицы измерения:

- количество строк исходного кода (LinesOfCode, LOC);
- функциональные точки (Functionpoint, FP);
- точки свойств (Propertypoint, PP);
- количество «пузырьков» на диаграмме потока данных (Dateflow diagram, DFD);
- количество сущностей на диаграмме сущностей (Entityrelationshipdiagram, ERD);
- количество «квадратиков», соответствующих процессу/контролю (PSPEC/CSPEC);

- количество различных элементов в составе управленческой спецификации (element);
- объем документации (количество строк, quantitylines);
- количество объектов, атрибутов и служб на объектной диаграмме (subjects, attributes, services).

Несмотря на довольно значительный перечень видов единиц измерения объема ПО, наиболее широкое распространение получили лишь первые три. Причем функциональные точки и точки свойств до сих пор используются только в сочетании с количеством строк исходного кода (LOC). Все остальные виды единиц измерения применяются в основном при разработке специализированных проектов.

В данном методическом пособии в качестве единиц измерения объема ПО используется строка исходного кода (LOC). Преимущества использования строк кода как единиц измерения заключаются в том, что эти единицы:

- отражают сущность труда программистов;
- широко распространены и могут легко адаптироваться;
- позволяют выполнять сопоставление размеров ПО и производительности в различных группах разработчиков;
- непосредственно связаны с конечным продуктом;
- могут использоваться для оценки работ до завершения проекта;
- позволяют автоматизировать сбор данных о количестве LOC от начала до конца проекта;
- дают возможность учитывать мнение разработчика об объеме ПО на основе количества написанных строк кода.

Строка исходного кода (LOC) является универсальной метрикой, так как может применяться при создании любых программных продуктов. При подсчете LOC следует придерживаться следующих рекомендаций:

- учитывать «строку исходного кода» как одну, если в ней содержится лишь один оператор (если в одной строке содержатся два выполняемых оператора, разделяемых точкой с запятой, то нужно считать две строки, а если один выполняемый оператор раз-

бит на две «физические» строки, то он будет учитываться как один оператор);

- учитывать все имеющиеся выполняемые операторы, поддерживаемые данным продуктом;
- определение данных учитывать лишь один раз;
- не учитывать строки, содержащие комментарии;
- не учитывать отладочный код или другой временный код (пробное ПО, средства тестирования, инструменты разработки и прототипирования и другие инструментальные средства);
- учитывать каждую инициализацию, вызов или включение макроса в качестве части исходного кода;
- не учитывать повторно используемые операторы исходного кода.

Расчет объема программного продукта (количества строк исходного кода) предполагает определение типа программного обеспечения, всестороннее техническое обоснование функций ПО и определение объема каждой функции. На стадии технико-экономического обоснования проекта невозможно рассчитать точный объем функций. Могут быть получены только ориентировочные (прогнозные) оценки на основе имеющихся фактических данных по аналогичным проектам, выполненным ранее, или путем применения действующих нормативов (прил. 1 и 2), которые в организациях должны периодически обновляться, уточняться и утверждаться как нормативы. На основании информации о функциях разрабатываемого ПО по каталогу функций определяется объем функций и общий объем ПО, который уточняется (корректируется) с учетом условий разработки ПО в организации. Рассчитывается уточненный объем ПО (V_y):

$$V_y = \sum_{i=1}^n V_{yi}, \quad (2)$$

где V_{yi} – уточненный объем отдельной функции ПО (LOC).

Небольшое ПО. Стадии разработки не применяются.

Пример. Проект «Автоматизация учета ремонта автомобилей на станции технического обслуживания». Среда разработки ПО –Visual C++ (Microsoft), ПО функционального назначения. $V_i = 17690$ LOC.

Таблица 1

Перечень и объем функций программного модуля

N функции	Наименование (содержание)	Объем функции (LOC)	
		по каталогу V_i	уточненный V_{yi}
1	2	3	4
101	Организация ввода информации	150	150
203	Формирование баз данных	2180	2180
204	Обработка наборов и записей баз данных	2670	2670
208	Организация поиска и поиск в базе данных	5480	3836
210	Загрузка базы данных	2780	2780
703	Расчет показателей	460	460
705	Формирование и вывод на внешние носители	3500	2450
706	Предварительная обработка и печать файлов	470	470
	Итого	17 690	14 996

Каталог аналогов программного обеспечения предназначен для предварительной оценки объема ПО методом структурной аналогии. В зависимости от организационных и технических условий, в которых разрабатывается ПО, исполнители по согласованию с руководством организации могут уточнять (корректировать) объем на основе экспертных оценок. В приведенном примере (табл. 1) в связи с использованием более совершенных средств автоматизации объемы функций 208 и 705 были уменьшены и уточненный объем ПО (V_y) составил 14 996 LOC вместо 17 690 (табл. 1, гр. 4).

Трудоемкость разработки ПО. По уточненному объему ПО и нормативам затрат труда в расчете на единицу объема определяются нормативная и общая трудоемкость разработки ПО.

Нормативная трудоемкость разработки ПО. На основании принятого к расчету объема (V_y) и категории сложности (прил. 3) определяется нормативная трудоемкость ПО (T_n), которая уточняется с учетом сложности и новизны проекта и степени использования стандартных модулей при разработке.

Общая трудоемкость разработки ПО. Нормативная трудоемкость (T_n) служит основой для определения общей трудоемкости (T_o), расчет которой осуществляется различными способами в зависимости от размера проекта.

Общая трудоемкость небольших проектов рассчитывается по формуле

$$T_o = T_n \cdot K_c \cdot K_T \cdot K_n, \quad (3)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий сложность ПО;

K_T – поправочный коэффициент, учитывающий степень использования при разработке стандартных модулей;

K_n – коэффициент, учитывающий степень новизны ПО.

Категория сложности ПО. Все ПО принято подразделять на три категории сложности (прил. 4, табл. П.4.1) в зависимости от наличия (отсутствия) следующих характеристик:

- высокий уровень языкового интерфейса с пользователем;
- режим работы в реальном времени;
- управление удаленными объектами;
- машинная графика, многомашинные комплексы;
- существенное распараллеливание вычислений;
- нестандартная конфигурация технических средств;
- оптимизационные и особо сложные инженерные и научные расчеты;
- переносимость ПО.

Влияние фактора сложности на трудоемкость учитывается умножением нормативной трудоемкости на соответствующий коэффициент сложности.

Коэффициент сложности (K_c). Посредством коэффициента сложности учитываются дополнительные затраты труда, связанные со сложностью разрабатываемого программного продукта (прил. 4, табл. П.4.2). Коэффициент сложности рассчитывается по формуле

$$K_c = 1 + \sum_{i=1}^n K_i, \quad (4)$$

где K_i – коэффициент, соответствующий степени повышения сложности ПО за счет конкретной характеристики;

n – количество учитываемых характеристик.

Коэффициент, учитывающий степень использования при разработке ПО стандартных модулей (K_t). Современные технологии разработки компьютерных программ предусматривают широкое использование так называемых коробочных продуктов (пакетов, модулей, объектов), используемых для разработки заказных систем. В настоящее время уже существует обширный рынок метапрограмм многократного использования. Степень использования в разрабатываемом ПО стандартных модулей определяется их удельным весом в общем объеме проектируемого продукта (см. прил. 4, табл. П.4.5). При определении влияния этого фактора на трудоемкость он учитывается путем умножения нормативной трудоемкости на соответствующий коэффициент.

Коэффициент новизны разрабатываемого ПО (K_n). Сравнение характеристик разрабатываемого ПО с имеющимися аналогами позволяет определить экспертным путем степень его новизны. Если нет доступных аналогов, то ПО присваивается категория А. Степень новизны ПО категорий Б и В соответствует развитию уже имеющихся программных продуктов. При установлении коэффициентов новизны учитываются степень новизны ПО и предназначение его для новых или освоенных типов ПК, для новых или освоенных ОС (см. прил. 4, табл. П.4.4). Влияние фактора новизны на трудоемкость учитывается путем умножения трудоемкости на соответствующий коэффициент новизны.

Численность исполнителей и срок разработки ПО. На основе общей трудоемкости определяются плановое число разработчиков ($Ч_p$) и плано-

вые сроки, необходимые для реализации проекта в целом (T_p). При этом могут решаться следующие задачи:

- расчет числа исполнителей при заданных сроках разработки проекта;
- определение сроков разработки проекта при заданной численности исполнителей.

Численность исполнителей проекта ($Ч_p$) рассчитывается по формуле

$$Ч_p = \frac{T_o}{T_p \cdot \Phi_{эф}}, \quad (5)$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы одного работника в течение года (дн.);

T_o – общая трудоемкость разработки проекта (чел./дн.);

T_p – срок разработки проекта (лет).

Срок разработки проекта (T_p) определяется по формуле

$$T_p = \frac{T_o}{Ч_p \cdot \Phi_{эф}}. \quad (6)$$

Эффективный фонд времени работы одного работника ($\Phi_{эф}$) рассчитывается по формуле

$$\Phi_{эф} = D_r - D_{п} - D_{в} - D_o, \quad (7)$$

где D_r – количество дней в году;

$D_{п}$ – количество праздничных дней в году;

$D_{в}$ – количество выходных дней в году;

D_o – количество дней отпуска.

Пример. Уточненный объем ПО – 3200 LOC. ПО отнесено ко второй категории сложности: предполагается использовать при выполнении оптимизационных расчетов и обеспечить переносимость ПО. Наличие двух характеристик, определяющих сложность ПО, позволяет применить к объему ПО коэффициент K_c (см. прил. 4, табл. П.4.2, поз. 4.1):

$$K_c = 1 + 0,12 = 1,12.$$

Коэффициент использования стандартных модулей определяется согласно прил. 4, табл. П.4.5. ($K_m = 0,7$), а коэффициент новизны ПО – согласно прил. 4, табл. П.4.4. ($K_n = 0,7$).

Нормативная трудоемкость разработки ПО (T_n) определяется согласно прил. 3 (гр.1, стр. 20 — 3200 LOC; гр. 3, стр. 20 – 81 чел./дн.) и составляет 81 чел. /дн.

Общая трудоемкость определяется по (3):

$$T_o = 81 \cdot 1,120,70,7 = 44 \text{ чел./дн.}$$

В соответствии с договором исполнителя с заказчиком срок разработки установлен 2 мес. (0,17 г.). Эффективный фонд времени одного работника 236 дн. По (5) рассчитывается число исполнителей проекта:

$$Ч_p = \frac{44}{0,17 \cdot 236} = 1 \text{ чел.}$$

Фонд заработной платы рассчитывается в соответствии с методикой, изложенной в подразд. 1.2 («Расчет сметы затрат на ПО»).

Общая трудоемкость для крупных проектов. При решении сложных задач с длительным периодом разработки ПО трудоемкость определяется по стадиям разработки:

- техническое задание (ТЗ) – исследование;
- эскизный проект (ЭП) – анализ требований;
- технический проект (ТП) – проектирование;
- рабочий проект (РП) – разработка (кодирование, тестирование);
- внедрение (ВН) – ввод в действие.

При этом на основании нормативной трудоемкости рассчитывается общая трудоемкость с учетом распределения ее по стадиям (T_o):

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (8)$$

где T_i – трудоемкость разработки ПО на i -й стадии (чел./дн.);

n – количество стадий разработки.

Трудоемкость стадий определяется на основе нормативной трудоемкости с учетом сложности, новизны, степени использования в разработке стандартных модулей ПО и удельного веса трудоемкости каждой стадий в общей трудоемкости ПО:

$$T_{yi} = T_n d_{cti} K_c K_T K_n, \quad (9)$$

где T_{yi} – уточнённая трудоемкость разработки ПО на i -й стадии (технического задания, эскизного проекта, технического проекта, рабочего проекта и внедрения);

d_{cti} – удельный вес трудоемкости i -й стадии разработки ПО в общей трудоемкости разработки ПО;

K_c – коэффициент, учитывающий сложность ПО, вводится на всех стадиях;

K_T – коэффициент, учитывающий степень использования стандартных модулей ПО, вводится только на стадии рабочего проекта;

K_n – коэффициент, учитывающий степень новизны ПО, вводится на всех стадиях.

Удельные веса трудоемкости стадий в общей трудоемкости ПО определяются экспертным путем с учетом категории новизны ПО (см. прил. 4, табл. П.4.3). При этом сумма удельных весов всех стадий в общей трудоемкости равна единице. Если стадия эскизного проекта в задании не предусмотрена, то удельный вес стадии технического проекта $d_{тп}$ равен сумме удельных весов стадий эскизного и технического проектов ($d_{тп} = d_{эп} + d_{тп}$). В том случае, когда объединяются стадии «Технический проект» и «Рабочий проект» в одну стадию «Технорабочий проект», трудоемкость «Технорабочего проекта» определяется по формуле

$$T_{трп} = 0,85 T_{тп} + 1 T_{рп}, \quad (10)$$

где $T_{трп}$ – трудоемкость стадии «Технорабочий проект»;

$K_{тп}$ – трудоемкость стадии «Технический проект»;

$K_{рп}$ – трудоемкость стадии «Рабочий проект».

Трудоемкость ПО по стадиям. Все стадии разработки ПО различаются трудоемкостью. Трудоемкость разработки стадий ПО ($T_{уз}$, $T_{уэ}$, $T_{ут}$, $T_{ур}$, $T_{ув}$) определяется с учетом удельного веса трудоемкости стадии в общей

трудоемкости ПО (d), сложности (K_c), новизны ПО (K_n) и степени использования стандартных модулей (K_t). При этом коэффициент K_t используется только на стадии «Рабочий проект» при написании исходного кода (разработки программы). Трудоемкость стадий ПО рассчитывается по следующим формулам:

$$\text{трудоемкость стадии ТЗ: } T_{yz} = T_n \cdot K_c \cdot d_3 \cdot K_n, \quad (11)$$

$$\text{трудоемкость стадии ЭП: } T_{y3} = T_n \cdot K_c \cdot d_3 \cdot K_n, \quad (12)$$

$$\text{трудоемкость стадии ТП: } T_{yt} = T_n \cdot K_c \cdot d_t \cdot K_n, \quad (13)$$

$$\text{трудоемкость стадии РП: } T_{yp} = T_n \cdot K_c \cdot d_p \cdot K_n \cdot K_t, \quad (14)$$

$$\text{трудоемкость стадии ВН: } T_{yb} = T_n \cdot K_c \cdot d_b \cdot K_n. \quad (15)$$

Общая трудоемкость определяется как сумма трудоемкостей по стадиям:

$$T_y = T_{yz} + T_{y3} + T_{yt} + T_{yp} + T_{yb}. \quad (16)$$

Пример. Уточненный объем ПО – 14996 LOC. ПО отнесено ко второй категории сложности: требования пользователя предполагают нестандартную конфигурацию технических средств и необходимость обеспечения переносимости ПО. Наличие двух характеристик, определяющих сложность ПО, позволяет применить к объему ПО коэффициент K_c (см. прил. 4, табл. П.4.2, поз. 4.1):

$$K_c = 1 + 0,12 = 1,12.$$

ПО является развитием имеющегося аналога и предназначено для использования в освоенной среде ОС, но на новом типе (новой конфигурации) ПК. Новизна ПО соответствует категории Б, а $K_n = 0,8$ (см. прил. 4, табл. П.4.4). При разработке ПО доля используемых стандартных модулей составила 60 %, а $K_m = 0,6$ (см. прил. 4, табл. П.4.5). Новизне ПО категории Б соответствует следующее распределение трудоемкости по стадиям (см. прил. 4, табл. П.4.3): $d_3 = 0,10$; $d_3 = 0,08$; $d_m = 0,09$; $d_p = 0,58$; $d_b = 0,15$. Эффективный фонд рабочего времени – 236 дн.

Нормативная трудоемкость разработки ПО (T_n) определяется согласно прил. 3 (гр.1, стр. 44 – 15000 LOC; гр.3, стр. 44 – 380 чел./дн.) и составляет 380 чел./дн.

Таблица 2

*Расчет общей трудоемкости разработки ПО и численности
исполнителей с учетом стадий*

Показатели	Стадии					Итого
	ТЗ	ЭП	ТП	РП	ВН	
1	2	3	4	5	6	7
1. Коэффициенты удельных весов трудоемкости стадии разработки ПО (d)	0,10	0,08	0,09	0,58	0,15	1,0
2. Распределение нормативной трудоемкости ПО (T_n) по стадиям, чел./дн.	38	30	34	221	57	380
3. Коэффициент сложности ПО (K_c)	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	
4. Коэффициент, учитывающий использование стандартных модулей				0,6		
5. Коэффициент, учитывающий новизну ПО (K_n)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
6. Общая трудоемкость ПО (T_y), чел./дн.	34	27	31	119	51	262
7. Численность исполнителей, чел. ($Ч_i$)	2,1	1,2	1,3	3,9	2,2	2,2
8. Сроки разработки, лет	0,07	0,10	0,10	0,13	0,10	0,5

1.2 Расчет сметы затрат и цены заказного ПО

Основной статьей расходов на создание ПО является **заработная плата разработчиков (исполнителей) проекта**, в число которых принято включать инженеров-программистов, участвующих в написании кода, руководителей проекта, системных архитекторов, дизайнеров, разрабатывающих пользовательский интерфейс, разработчиков баз данных, Web-мастеров и других специалистов, необходимых для решения специальных задач в команде.

Заработная плата **руководителей организации и работников**

вспомогательных служб (инфраструктуры) учитывается в накладных расходах.

Расчет основной заработной платы исполнителей. Общая трудоемкость, плановая численность работников и плановые сроки разработки ПО являются базой для расчета основной заработной платы разработчиков проекта. В бюджетных организациях оплата труда осуществляется на основе Единой тарифной сетки Республики Беларусь (ЕТС), в которой даны тарифные разряды и тарифные коэффициенты. Для расчета заработной платы правительственными органами устанавливается тарифная ставка 1-го разряда. Месячный тарифный оклад каждого исполнителя ($T_{\text{мо}}$) определяется путем умножения действующей месячной тарифной ставки 1-го разряда ($T_{\text{м1}}$) на тарифный коэффициент ($T_{\text{ки}}$), соответствующий установленному тарифному разряду конкретного специалиста:

$$T_{\text{моi}} = T_{\text{м1}} * T_{\text{ки}} \quad (17)$$

Коммерческие организации самостоятельно определяют систему оплаты труда работников, устанавливая оклады, размеры премий и доплат. По данным о специфике и сложности выполняемых функций составляется штатное расписание группы специалистов-исполнителей, участвующих в разработке ПО, с определением образования, специальности, квалификации и должности. В зависимости от этих показателей устанавливаются оклады, премии и надбавки.

С 2014 года организациям независимо от форм собственности и осуществляемых видов экономической деятельности предоставлена самостоятельность в определении методов оплаты труда и создания эффективных систем заработной платы без применения тарифной сетки.

Основная заработная плата исполнителей на конкретное ПО рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{oi}} = \sum_{i=1}^n * З_{\text{ci}} * \Phi_{\text{pi}} * K \quad (18)$$

где n – количество исполнителей, занятых разработкой конкретного ПО;

$З_{\text{ci}}$ – среднедневная заработная плата i -го исполнителя (д.е.);

Φ_{pi} – плановый фонд рабочего времени i -го исполнителя (дн.);

К – коэффициент премирования.

Пример. Расчет численности и тарифных ставок. Общая трудоемкость ПО (T_y) составляет 262 чел./дн., длительность разработки – 0,5 г. В расчете на полгода в проекте в среднем будет занято примерно 2 чел. На стадии «Рабочий проект» – 4 чел., на стадиях ЭП и ТП – 1 чел. и на стадиях ТЗ и ВН – 2 чел. Коэффициент премирования 1,5. В соответствии со штатным расписанием на разработке будут заняты:

- 1) программист II категории – плановый фонд рабочего времени – 39 дн.;
оклад - 700 д.е.;
- 2) программист I категории – плановый фонд рабочего времени – 118 дн.; оклад - 800 д.е.;
- 3) ведущий программист – плановый фонд рабочего времени – 75 дн.; оклад - 900 д.е.;
- 4) начальник лаборатории – плановый фонд рабочего времени – 30 дн.; оклад - 1100 д.е.

Среднедневная заработная плата (Z_{ci}) конкретного специалиста рассчитывается по формуле:

$$Z_{ci} = O_i : D_c, \quad (19)$$

где O_i – должностной оклад конкретного специалиста;

D_c – среднемесячное количество рабочих дней (дн.).

Расчет среднедневной заработной платы специалистов Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 :

$$Z_1 = O_1 : D_4 = 32 \text{ д.е.};$$

$$Z_2 = O_2 : D_4 = 36 \text{ д.е.};$$

$$Z_3 = O_3 : D_4 = 41 \text{ д.е.};$$

$$Z_4 = O_4 : D_4 = 50 \text{ д.е.}$$

Расчет основной заработной платы (формула 18):

$$Z_{oi} = (32,0391,5) + (36,01181,5) + (41,0751,5) + (50,0301,5) = 1872,0 + 6372,0 + 4612,5 + 2250,0 = 15106,5 \text{ д.е.}$$

Для бюджетных организаций с 1 января 2016 г. утверждена тарифная ставка 1 разряда 295 тыс. рублей. В конкретных проектах бюджетных организаций используется

тарифная ставка 1-го разряда, официально утвержденная правительством на определенную дату. Коммерческие организации тарифную ставку 1 разряда и оклады определяют самостоятельно.

Дополнительная заработная плата на конкретное ПО ($З_{дi}$) включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде (оплата отпусков, льготных часов, времени выполнения государственных обязанностей и других выплат, не связанных с основной деятельностью исполнителей), и определяется по нормативу, установленному в организации, в процентах к основной заработной плате:

$$З_{дi} = \frac{З_{oi} \cdot Н_{д}}{100}, \quad (20)$$

где $З_{дi}$ – дополнительная заработная плата исполнителей на конкретное ПО (д.е.).

$Н_{д}$ – норматив дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле

$$Н_{д} = \frac{З_{д}}{З_{o}} \cdot 100, \quad (21)$$

где $З_{д}$ – дополнительная заработная плата в целом по организации;

$З_{o}$ – основная заработная плата в целом по организации.

Пример. Расчет дополнительной заработной платы (формула 20):

$$З_{oi} = \frac{15106,5 \cdot 20 \%}{100 \%} = 3021,3 \text{ д.е.}$$

Отчисления в фонд социальной защиты населения ($З_{сzi}$) определяются в соответствии с действующими законодательными актами по нормативу в процентном отношении к фонду основной и дополнительной зарплаты исполнителей, определенной по нормативу, установленному в целом по организации:

$$З_{сzi} = \frac{(З_{oi} + З_{дi}) \cdot Н_{сз}}{100}, \quad (22)$$

где $H_{сз}$ – норматив отчислений в фонд социальной защиты населения (%).

Пример. Расчет отчислений в фонд социальной защиты населения

(формула 22):

$$З_{сз} = \frac{(15106,5 + 3021,3) \cdot 34 \%}{100 \%} = 6163,5 \text{ д.е}$$

Отчисления по обязательному страхованию ($З_{оси}$) определяется по нормативу, его аналогии с фондом социальной защиты населения:

$$З_{оси} = \frac{(З_{oi} + З_{oi}) \cdot H_{oc}}{100}, \quad (23)$$

где H_{oc} – норматив отчислений по обязательному страхованию (%).

Пример. Расчет отчислений по обязательному страхованию

(формула 23):

$$З_{оси} = \frac{(15106,5 + 3021,3) \cdot 0,6 \%}{100 \%} = 108,8$$

Расходы по статье «Материалы» (M) определяются на основании сметы затрат, разрабатываемой на ПО с учетом действующих нормативов. По статье «Материалы» отражаются расходы на магнитные носители, бумагу, красящие ленты и другие материалы, необходимые для разработки ПО. Нормы расхода материалов в суммарном выражении (H_M) определяются в расчете на 100 строк исходного кода (прил. 5) или по нормативу в процентах к фонду основной заработной платы разработчиков ($H_{мз}$), который устанавливается организацией (3 – 5 %). Сумма затрат на расходные материалы рассчитывается по формуле

$$M_i = H_M \cdot \frac{V_{oi}}{100}, \quad (24)$$

где H_M – норма расхода материалов в расчете на 100 строк исходного кода

ПО (д.е.);

V_{oi} – общий объем ПО (строк исходного кода) на конкретное ПО.

или по формуле

$$M_i = \frac{3_{oi} \cdot H_{мз}}{100\%}, \quad (25)$$

где $H_{мз}$ – норма расхода материалов от основной заработной платы (%).

Пример. Расчет расходов на материалы (формула 25):

$$M_i = \frac{15106,5 \cdot 3\%}{100\%} = 454,0 \text{ д.е.}$$

Расходы по статье «Спецоборудование» (P_{ci}) включают затраты средств на приобретение вспомогательных специального назначения технических и программных средств, необходимых для разработки конкретного ПО, включая расходы на их проектирование, изготовление, отладку, установку и эксплуатацию. Затраты по этой статье определяются в соответствии со сметой расходов, которая составляется перед разработкой ПО. Данная статья включается в смету расходов на разработку ПО в том случае, когда приобретаются специальное оборудование или специальные программы, предназначенные для разработки и создания только данного ПО:

$$P_{ci} = \sum_{i=1}^n Ц_{ci}, \quad (26)$$

где $Ц_{ci}$ – стоимость конкретного специального оборудования (д.е.);

n – количество применяемого специального оборудования.

Пример. Расчет расходов по статье спецоборудование (формула 26).

Приобретены и использованы:

программа для тестирования приложения – 250,0 д.е.;

редактор исходного текста приложения – 310,0 д.е.;

набор утилит – 380,0 д.е.:

$$P_{ci} = 250,0 + 310,0 + 380,0 = 940,0 \text{ д.е.}$$

Расходы по статье «Машинное время» (P_{mi}) включают оплату машинного времени, необходимого для разработки и отладки ПО, которое определяется по нормативам (в машино-часах) на 100 строк исходного кода (H_{mb})

машинного времени в зависимости от характера решаемых задач и типа ПК (прил. 6):

$$P_{mi} = C_{mi} \cdot \frac{V_{oi}}{100} \cdot H_{mb},$$

(27)

где C_{mi} – цена одного машино-часа (д.е.);

V_{oi} – общий объем ПО (строк исходного кода);

H_{mb} – норматив расхода машинного времени на отладку 100 строк исходного кода (машино-часов).

Пример. Расчет расходов на оплату (использование) машинного времени (формула 27):

Рыночная цена одного машино-часа компьютера со всем необходимым оборудованием – 1,2 д.е.

$$P_{mi} = 1,2 \cdot 150 \cdot 12 = 2160,0 \text{ д.е.}$$

Расходы по статье «Научные командировки» (P_{nki}) на конкретное ПО определяются по нормативу, разрабатываемому в целом по организации, в процентах к основной заработной плате:

$$P_{\text{нкі}} = \frac{З_{\text{oi}} \cdot Н_{\text{рнк}}}{100}, \quad (28)$$

где $Н_{\text{рнк}}$ – норматив расходов на командировки в целом по организации (%).
Норматив расходов на научные командировки в целом по организации рассчитывается по формуле

$$Н_{\text{рнк}} = \frac{P_{\text{нк}}}{З_{\text{o}}} \cdot 100, \quad (29)$$

где $P_{\text{нк}}$ – расходы на командировки в целом по организации (д.е.).

Пример. Расчет расходов на научные командировки работников ПО (формула 28). Норматив на командировки – 30 % от основной заработной платы.

$$P_{\text{нкі}} = \frac{15106,5 \cdot 30 \%}{100 \%} = 4532,0 \text{ д.е.}$$

Расходы по статье «Прочие затраты» ($П_{\text{зи}}$) на конкретное ПО включают затраты на приобретение и подготовку специальной научно-технической информации и специальной литературы. Определяются по нормативу, разрабатываемому в целом по организации, в процентах к основной заработной плате:

$$П_{\text{зи}} = \frac{З_{\text{oi}} \cdot Н_{\text{пз}}}{100}, \quad (30)$$

где $Н_{\text{пз}}$ – норматив прочих затрат в целом по организации.

Норматив прочих затрат в целом по организации рассчитывается по формуле

$$Н_{\text{пз}} = \frac{П_{\text{з}}}{З_{\text{o}}} \cdot 100, \quad (31)$$

где $П_{\text{з}}$ – прочие затраты в целом по организации.

Пример. Расчет прочих затрат на разработку ПО (формула 30).

$$П_{\text{зи}} = \frac{15106,5 \cdot 20 \%}{100 \%} = 3021,3 \text{ д.е.}$$

Затраты по статье «Накладные расходы» (P_{ni}), связанные с необходимостью содержания аппарата управления, вспомогательных хозяйств и опытных (экспериментальных) производств, а также с расходами на общехозяйственные нужды (P_{ni}), относятся на конкретное ПО по нормативу (H_{pn}) в процентном отношении к основной заработной плате исполнителей. Норматив устанавливается в целом по организации:

$$P_{ni} = \frac{Z_{oi} \cdot H_{pn}}{100 \%}, \quad (32)$$

где P_{ni} – накладные расходы на конкретную ПО (д.е.);

H_{pn} – норматив накладных расходов в целом по организации.

Норматив накладных расходов определяется по формуле

$$H_{pn} = \frac{P_n}{Z_o} \cdot 100\% \quad (33)$$

где P_n – накладные расходы в целом по организации (д.е.).

Пример. Расчет накладных расходов (формула 32).

$$P_{ni} = \frac{15106.5 \cdot 100 \%}{100 \%} = 15106.5 \text{ д. е.}$$

Общая сумма расходов по смете (C_{ni}) на ПО рассчитывается по формуле

$$C_{ni} = Z_{oi} + Z_{di} + Z_{csi} + Z_{osi} + M_i + P_{ci} + P_{mi} + P_{nki} + P_{zi} + P_{ni}. \quad (34)$$

Пример. Расчет общей суммы расходов на разработку ПО (формула 34):

$$C_{ni} = 15106.5 + 3021.3 + 6163.5 + 108.8 + 454.0 + 940.0 + 2160.0 + 4532.0 + 3021.3 + 15106.5 = 50613,9 \text{ д.е.}$$

Рентабельность и прибыль по создаваемому ПО (P_{ci}) определяются исходя из результатов анализа рыночных условий, переговоров с заказчиком (потребителем) и согласования с ним отпускной цены, включающей дополнитель-

но налог на добавленную стоимость и отчисления в местный и республиканский бюджеты. В случае разработки ПО для использования внутри организации оценка программного продукта производится по действующим правилам и показателям внутреннего хозрасчета (по ценам, устанавливаемым для расчета за услуги между подразделениями). Прибыль рассчитывается по формуле

$$\Pi_{oi} = \frac{C_{pi} \cdot Y_{rpi}}{100}, \quad (35)$$

где Π_{oi} – прибыль от реализации ПО заказчику (д.е.);

Y_{rpi} – уровень рентабельности ПО (%);

C_{pi} – себестоимость ПО (д.е.).

Пример. Расчет прибыли от реализации ПО заказчику или на рынке

(формула 36).

$$\Pi_{ci} = \frac{50613,9 \cdot 40 \%}{100 \%} = 20245,6 \text{ д.е.}$$

Прогнозируемая цена ПО без налогов (C_{pi}):

$$C_{pi} = C_{pi} + \Pi_{ci}. \quad (36)$$

Пример. Расчет прогнозируемой цены ПО (формула 36):

$$C_{pi} = 50613,9 + 20245,6 = 70859,5 \text{ д.е.}$$

Примечание: отчисления и налоги в местный и республиканский бюджеты единым платежом отменены.

Налог на добавленную стоимость ($НДС_i$):

$$НДС_i = C_{pi} \cdot Н_{дс} : 100 \quad (37)$$

где $Н_{дс}$ – норматив НДС (%).

Пример. Расчет налога на добавленную стоимость по разрабатываемому ПО (формула 38):

$$НДС_i = \frac{70859,5 \cdot 20 \%}{100 \%} = 14171,9 \text{ д.е.}$$

Прогнозируемая отпускная цена (C_{oi}):

$$C_{oi} = C_{\text{пi}} + НДС_i \quad (38)$$

Пример. Расчет прогнозируемой отпускной цены на разрабатываемое ПО (формула 39):

$$C_{oi} = 70859,5 + 14171,9 = 85031,4 \text{ д.е.}$$

Затраты на освоение ПО (P_{oi}). Организация-разработчик участвует в освоении ПО и несет соответствующие затраты, на которые составляется смета, оплачиваемая заказчиком по договору. Сметой предусматриваются не только затраты (основная и дополнительная зарплата, начисления на зарплату и т.д.), но и налоги, предусмотренные законодательством, и прибыль организации-разработчика. Для упрощения расчетов до составления сметы затраты на освоение определяются по нормативу ($H_o = 10\%$) от себестоимости ПО в расчете на 3 месяца и рассчитываются по формуле

$$P_{oi} = \frac{C_{\text{pi}} \cdot H_o}{100 \%} \quad (39)$$

где H_o – норматив расходов на освоение (%).

$$H_o = P_o / C_p, \quad (40)$$

где P_o – расходы на освоение в целом по организации (д.е.);

C_p – смета расходов в целом по организации (д.е.).

Пример. Расчет затрат на освоение ПО в расчете на 3 месяца (формула 39).

$$P_{oi} = \frac{50613,9 \cdot 10\%}{100\%} = 5061,4 \text{ д.е.}$$

Затраты на сопровождение ПО (P_{ci}). Организация-разработчик осуществляет сопровождение ПО и несет расходы, которые оплачиваются заказчиком в соответствии с договором и сметой на сопровождение. Смета составляется по аналогии со сметой на освоение ПО. Для упрощения расчетов при составлении сметы затраты на сопровождение определяются по установленному нормативу ($H_c = 20 \%$) от себестоимости ПО (в расчете на год) и рассчитываются по формуле

$$P_{ci} = \frac{C_{pi} \cdot H_c}{100 \%}, \quad (41)$$

где H_c – норматив расходов на сопровождение (%).

$$H_c = \frac{P_c}{C_{pc}}, \quad (42)$$

где P_c – расходы на сопровождение в целом по организации (д.е.);

C_{pc} – смета расходов в целом по организации на сопровождение (д.е.).

Пример. Расчет затрат на сопровождение ПО в расчете на год (формула 41).

$$P_{ci} = \frac{50613,9 \cdot 20\%}{100\%} = 10122,8 \text{ д.е.}$$

Экономический эффект организации-разработчика. Заказчик оплачивает организации-разработчику всю сумму расходов по проекту, включая прибыль. После уплаты налогов из прибыли в распоряжении разработчика остается чистая прибыль от проекта. Ввиду того что ПО разрабатывалось для одного объекта, чистую прибыль можно считать в качестве экономического эффекта организации-разработчика от реализованного проекта.

2. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПО У ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Созданное разработчиками ПО в конечном итоге оценивается пользователем до приобретения на основе характеристик, отраженных в документации, и имиджа продукта, сформировавшегося на рынке. Не меньшее значение имеет и имидж разработчика (производителя).

2.1. Методические подходы оценки экономической эффективности ПО у пользователя

Во всех случаях при принятии пользователем решения об автоматизации каких-либо производственных или финансово-экономических процессов перед ними встает вопрос о выборе варианта приобретения (создания) ПО:

- разработать ПО самостоятельно (создав команду разработчиков-программистов);
- заказать ПО организации, занимающейся разработкой ПО;
- приобрести промышленный вариант ПО.

Выбор того или иного варианта зависит от наличия в организации соответствующих условий.

Разрабатывать ПО самостоятельно выгодно в тех случаях, когда:

- в организации много нестандартных бизнес-процессов;
- имеются высококвалифицированные программисты и опыт самостоятельной разработки ПО.

Заказывать ПО организациям - разработчикам лучше в том случае, когда:

- в организации много нестандартных бизнес-процессов;
- отсутствует опыт самостоятельной разработки ПО и нет высококвалифицированных программистов.

Приобретать готовые промышленно изготовленные продукты, на рынке предпочтительнее, если на предприятии в производстве и финансово-экономической деятельности бизнес-процессы стандартизированы (стандарты MRP I, MRP II, ERP, CSRP).

Экономия затрат при эксплуатации покупной информационной системы обусловлена снижением следующих показателей:

- стоимости одного экземпляра системы за счет тиражирования;
- затраты на сопровождение системы за счет более равномерной загрузки сервисной службы;
- рисков потери сопровождения системы в связи с увольнением разработчиков.

Вместе с тем в современных условиях на большинстве предприятий стандартизация бизнес-процессов только начинает внедряться и пользователи отдают предпочтение заказным системам ПО (кроме бухгалтерских систем).

Создаваемые ПО по заказу могут предназначаться как для совершенно новых, ранее не решавшихся или решавшихся ручным способом задач, так и для традиционных задач, решаемых с помощью программных средств, которые можно совершенствовать.

В результате применения нового ПО пользователь может понести значительные капитальные затраты на приобретение и освоение ПО, доукомплектованием ЭВМ новыми техническими средствами и пополнение оборотных средств. Однако, если приобретенное ПО будет в достаточной степени эффективнее базового, то дополнительные капитальные затраты быстро окупятся.

Разработка и внедрение программного обеспечения направлены на совершенствование сервиса бизнес-процессов, заключающееся в более эффективном решении следующих задач:

- повышение доступности сервиса, т.е. обеспечение возможности эксплуатации ПО в разных режимах (например, в режимах 24x7 - 24 ч./сут., 7 дн.; в режиме 8x5 – 8 ч./сут., 5 дн./неделю и т.д.);
- повышение уровня сервиса (сокращении времени на устранение инцидентов);
- повышение производительности сервиса (увеличение числа выводимых за единицу времени документов, уменьшение среднего времени подготовки отчета и т.д.), что выражается в снижении

трудоемкости выполнения бизнес-операций, решения задач, подготовки данных, обработки информации и анализа результатов.

Кроме того, эффект может быть достигнут за счет сокращения затрат на оплату машинного времени и расходных материалов.

Для определения экономического эффекта от использования нового ПО у потребителя необходимо сравнить расходы по всем основным статьям сметы затрат на эксплуатацию нового ПО (расходы на заработную плату с начислениями, затраты на расходные материалы, расходы на машинное время) с расходами по соответствующим статьям базового варианта. При этом за базовый вариант следует принимать аналогичное программное средство, используемое в действующей автоматизированной системе, или ручной вариант, если автоматизация отсутствует. При сравнении базового и нового вариантов ПО в качестве экономического эффекта будет выступать общая экономия всех видов ресурсов относительно базового варианта. Создание нового ПО окажется экономически целесообразным лишь в том случае, если все капитальные затраты окупятся за счет получаемой экономии в ближайшее время (до 2 лет).

Капитальные затраты на приобретение и использование ПО. Особое значение имеет оценка капитальных затрат на приобретение и использование ПО. Следует всесторонне обосновать затраты на разработку ПО, его освоение и сопровождение. Очень важно в связи с этим изучить рынок заказных ПО и подыскать более надежную организацию-разработчика и сделать контрольные расчеты капитальных затрат. Кроме того, очень важно принять правильное решение при выборе технических средств для доукомплектования ВТ при использовании нового ПО. Изучив рынок, можно найти более надежные и менее дорогие средства.

Общие капитальные вложения (K_o) заказчика (потребителя), связанные с приобретением, внедрением и использованием ПО, рассчитываются по формуле

$$K_o = K_{пр} + K_{ос} + K_c + K_{тс} + K_{об}, \quad (43)$$

где $K_{\text{пр}}$ – затраты пользователя на приобретение ПО по отпускной цене у разработчика с учетом стоимости услуг по эксплуатации (д.е.);
 $K_{\text{ос}}$ – затраты пользователя на освоение ПО (д.е.);
 $K_{\text{с}}$ – затраты пользователя на оплату услуг по сопровождению ПО (д.е.);
 $K_{\text{тс}}$ – затраты на доукомплектование ВТ техническими средствами в связи с внедрением нового ПО (д.е.);
 $K_{\text{об}}$ – затраты на пополнение оборотных средств в связи с использованием нового ПО (д.е.).

Пример. Расчет капитальных затрат (формула 43).

$$K_o = 85031,4 + 5061,4 + 10122,8 + 6100,0 + 2000 = 108315,6 \text{ д.е.}$$

2.2. Расчет экономии основных видов ресурсов в связи с использованием нового ПО

При расчёте затрат на заработную плату важно правильно выбрать показатели сравниваемых проектов в зависимости от особенностей сервиса. В качестве показателей для сравнения базового варианта и проектируемого ПО можно использовать:

- трудоёмкость решаемых задач (на основе хронометражных наблюдений и накопленной статистической информации);
- затраты труда на 100 строк исходного кода;
- количество выполнения транзакций в минуту;
- потери времени из-за простоев сервиса.

Экономия затрат на заработную плату (C_3) при использовании нового ПО в расчете на объем выполненных работ (см. табл. 5 «Исходные данные»):

$$C_3 = C_x A_2, \quad (44)$$

где $C_{\text{зе}}$ – экономия затрат на заработную плату при решении задач с использованием нового ПО в расчете на 1 задачу (д.е.);

A_2 – объем выполненных работ с использованием нового ПО (задач).

Таблица 5

Исходные данные для расчета экономии ресурсов в связи с применением нового ПО

Наименовани	Обознач	Единицы	Значение показателя		Наименовани
			в базовом варианте	в новом варианте	
1	2	3	4	5	6
1. Капитальные вложения, включая затраты пользователя на приобретение	$K_{\text{пр}}$	д.е.		85031,4	Договор заказчика с разработчиком
2. Затраты на освоение ПО	$K_{\text{ос}}$	д.е.		5061,4	Договор заказчика с разработчиком
3. Затраты на сопровождение ПО	$K_{\text{с}}$	д.е.		10122,8	Договор заказчика с разработчиком
4. Затраты на укомплектование ВТ техническими средствами в связи с внедрением нового ПО	$K_{\text{тс}}$	д.е.		6100,0	Сметы затрат на внедрение
5. Затраты на пополнение оборотных средств в связи	$K_{\text{об}}$	д.е.		2000,0	Сметы затрат на внедрение
6. Время простоя сервиса, обусловленное ПО, в день	P_1, P_2	мин	50	10	Расчетные данные пользователя и паспорт ПО
7. Стоимость одного часа простоя	$C_{\text{п}}$	д.е.	30,1	30,1	Расчетные данные пользователя и паспорт
8. Среднемесячная ЗП одного программиста	$З_{\text{см}}$	д.е.	450,0	450,0	Расчетные данные пользователя

9. Коэффициент начислений на зарплату	$K_{нз}$		1,5	1,5	Рассчитывается по данным пользователя
10. Среднемесячное количество рабочих дней	D_p	день		21,5	Принято для расчета
11. Количество типовых задач, решаемых за год	$З_{т1}, З_{т2}$	задача	1800	1800	План пользователя
12. Объем выполняемых работ	A_1, A_2	задача	1800	1800	План пользователя
13. Средняя трудоемкость работ на задачу	T_{c1}, T_{c2}	Человеко-часов	6,0	0,87	Рассчитывается по данным
14. Количество часов работы	$T_ч$	ч	8	8	Принято для
15. Ставка налога на прибыль	$H_{п}$	%		18	

Экономия затрат на заработную плату в расчете на 1 задачу ($C_{зе}$):

$$C_{зе} = \frac{Z_{см} (T_{c1} - T_{c2}) : T_ч}{D_p}, \quad (45)$$

где $Z_{см}$ – среднемесячная заработная плата одного программиста (д.е.);

T_{c1}, T_{c2} – снижение трудоемкости работ в расчете на 1 задачу (человеко-часов);

$T_ч$ – количество часов работы в день (ч);

D_p – среднемесячное количество рабочих дней.

Экономия заработной платы при использовании нового ПО (д.е.):

$$C_з = C_{зе} A_2, \quad (46)$$

где $C_з$ – экономия заработной платы;

A_2 – количество типовых задач, решаемых за год (задач).

Пример. Расчет экономии затрат на заработную плату.

Плановый объем выполненных работ:

$$A_2 = 1800 \text{ (задач).}$$

Экономия затрат на заработную плату в расчете на 1 задачу (формула 45):

$$C_{ze} = \frac{800 \cdot (6,0 - 0,87) / 8}{21,5} = \frac{800 \cdot 5,13 / 8}{21,5} = 23,9 \text{ д.е.}$$

Расчет экономии затрат на заработную плату (формула 46):

$$C_z = 23,91800 = 43020,0 \text{ д.е.}$$

Экономия с учетом начисления на зарплату (C_n):

$$C_n = C_z 1,5 = 43020,01,5 = 64530,0$$

Экономия за счет сокращения простоев сервиса (C_c) рассчитывается по формуле

$$C_c = \frac{(П_1 - П_2) \cdot Д_{рг} \cdot C_{п}}{60}, \quad (47)$$

где $Д_{рг}$ – плановый фонд работы сервиса (дней).

Пример. Расчет экономии за счет сокращения простоя сервиса (формула 47, табл. 5).

$$C_c = \frac{(50 - 10) \cdot 225 \cdot 30,1}{60} = 4515$$

Общая готовая экономия текущих затрат, связанных с использованием нового ПО (C_o), рассчитывается по формуле

$$C_o = C_n + C_c. \quad (48)$$

Пример. Расчет общей годовой экономии текущих затрат (формула 48).

$$C_o = 64530,0 + 1242,0 = 65772,0 \text{ д.е.}$$

Расчет экономического эффекта. Внедрение нового ПО позволит пользователю сэкономить на текущих затратах, т.е. практически получить на эту сумму дополнительную прибыль. Для пользователя в качестве экономического эффекта выступает лишь чистая прибыль – дополнительная прибыль, остающаяся в его распоряжении ($\Delta П_{ч}$), которая определяется по формуле

$$\Delta П_{ч} = C_o - \frac{C_o \cdot Н_{п}}{100 \%}, \quad (49)$$

где $Н_{п}$ – ставка налога на прибыль (%).

Пример. Расчет чистой прибыли от экономии текущих затрат (формула 49).

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = 65772,0 - \frac{65772,0 \cdot 18\%}{100\%} = 53933,0 \text{ д.е.}$$

В процессе использования нового ПО чистая прибыль в конечном итоге возмещает капитальные затраты. Однако полученные при этом суммы результатов (прибыли) и затрат (капитальных вложений) по годам приводят к единому времени – расчетному году (за расчетный год принят 2016-й год) путем умножения результатов и затрат за каждый год на коэффициент дисконтирования α . В данном примере используются коэффициенты: 2016 г. – 1, 2017-й – 0,8696, 2018-й – 0,7561, 2019 г. – 0,6575. Все рассчитанные данные экономического эффекта сводятся в таблицу (табл. 6).

Таблица 6

Расчет экономического эффекта от использования нового ПО

Показатели	Единица измерения	Годы			
		2016	2017	2018	2019
<i>Результаты:</i>					
Прирост прибыли за счет экономии затрат ($\Pi_{\text{ч}}$)	д.е.		53933,0	53933,0	53933,0
<i>То же с учетом фактора времени</i>	д.е.		46900,0	40778,7	35460,9
<i>Затраты:</i>					
Приобретение ПО ($K_{\text{пр}}$)	д.е.	85031,4			
Освоение ПО ($K_{\text{ос}}$)	д.е.	5061,4			
Сопровождение ($K_{\text{с}}$)	д.е.	10122,8			
Доукомплектование ВТ техническими средствами ($K_{\text{тс}}$)	д.е.	6100,0			
Пополнение оборотных средств ($K_{\text{об}}$)	д.е.	2000,0			
Всего затрат:	д.е.	108315,			
<i>То же с учетом фактора времени</i>	д.е.	108315,6			

Экономический эффект:					
Превышение результата над затратами	д.е.	-108315,6	46900,0	40778,7	35460,9
То же с нарастающим итогом	д.е.	-108315,6	-61415,0	-20636,3	14824,6
Коэффициент приведения	единиц	1	0,8696	0,7561	0,6575

Реализация проекта ПО позволит заказчику снизить трудоемкость решения задач и сократить простой сервиса. Все затраты заказчика окупятся в первом году эксплуатации ПО. Проект представляется эффективным и полезным для заказчика.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Классификация типов программного обеспечения

Код типа	Наименование типа ПО	Состав и содержание типа ПО
1	2	3
1.0	ПО общего назначения	1.1. ПО СУБД ; 1.2. ПО систем ведения линейных файлов; 1.3. ПО ведения баз данных и линейных файлов; 1.4. ПО информационно-поисковых и информационно-справочных систем; 1.5. ПО ввода информации; 1.6. ПО мониторов телеобработки и сетей ПЭВМ;
2.0	ПО технологии автоматизации программирования и проектирования АСУ	1.7. ПО окружения СУБД, расширяющие возможности существующих СУБД; 1.8. ПО, расширяющие возможности обработки. 2.1. ПО автоматизации проектирования для автоматизации проектирования различных АСУ; 2.2. ПО технологии программирования; 2.3. ПО автоматизации программирования (для автоматизации процессов обработки и вывода информации); 2.4. ПО, расширяющие существующие языки программирования для повышения их компактности и простоты пользования; 2.5. ПО общего назначения, функционально-ориентированные;

3.0	ПО методо-ориентированных расчетов	2.6. ПО автоматического программирования. Реализуют различные классы экономико-математических методов и являются системами общего назначения, которые применяются в различных АСУ, для научно-технических расчетов и исследований.
4.0	ПО организации вычислительного процесса	3.1. ПО оптимизационных расчетов (обеспечивают решение различного класса задач оптимального планирования и управление производством); 3.2. ПО статистического анализа и прогнозирования (для прогнозирования ТЭП, спроса и т.д.); 3.3. ПО сетевого планирования и управления; 3.4. ПО общей математики; 3.5. ПО имитационного моделирования; Автоматизация процесса ведения наборов данных, при обеспечении их надежного и систематизированного хранения; Повышение производительности ПЭВМ и пользователей ПО;

Окончание прил.1

1	2	3
5.0	ПО функционального назначения	Формирование и выдача отчетов о работе ПЭВМ; Оперативный контроль системы и ресурсов. Для автоматизации обработки экономических данных, при этом выделяются ПО, несущие функциональную нагрузку в АСУ. ПО данного типа выполнены в основном автономно. 5.1. ПО системы ПОП и СУП; 5.2. ПО оперативного управления основным производством; 5.3. ПО управления технической подготовкой производства; 5.4. ПО бухгалтерского учета и управления финансами; 5.5. ПО управления кадрами; 5.6. ПО, не вошедшие ни в один из перечисленных типов ПО.

Каталог функций программного обеспечения

№ п/п	Наименование (содержание) функций	Объем функций (строк исходного кода)		
		С использованием среды разработки приложений		
		Delphi (Borland)	C++ Builder (Bor- land)	Visual C++ (Microsoft)
1. Ввод, анализ входной информации, генерация кодов и процессор входного языка				
101	Организация ввода информации	100	110	150
102	Контроль, предварительная обработка и ввод информации	520	550	450
103	Анализ входного языка (синтаксический и семантический)	630	660	660
104	Преобразование операторов входного языка и команды другого языка	1050	1050	980
105	Обработка входного заказа и формирование таблиц	750	900	1340
106	Преобразование входного языка в машинные команды (транслятор, препроцессор, макрогенератор)	4300	4300	5100
107	Синтаксический и семантический анализ входного языка и генерация кодов команд	8700	5400	5400
108	Процессор языка	3000	2300	2300
109	Организация ввода/вывода информации в интерактивном режиме	220	220	320
110	Организация ввода/вывода информации с сети терминалов	3680	3340	3200
111	Управление вводом/выводом	2700	2900	2400
2. Формирование, введение и обслуживание баз данных				
201	Генерация структуры базы данных	3450	3950	4300
202	Генерация подсхемы базы данных	1540	1610	2060
203	Формирование баз данных	1700	1750	2180
204	Обработка наборов и записей базы данных	2050	2350	2670
205	Обслуживание базы данных в пакетном режиме	1030	1100	1260

Продолжение прил. 2

206	Обслуживание базы данных в интерактивном режиме	3800	4400	6950
207	Манипулирование данными	8400	8670	9550
208	Организация поиска и поиск в базе данных	5230	5460	5480
209	Реорганизация базы данных	130	190	220
210	Загрузки базы данных	3150	2950	2780
3. Формирование и обработка файлов				
301	Формирование последовательного файла	340	360	290
302	Сортировка файла	340	360	290
303	Автоматическая сортировка файлов	1040	1150	930
304	Обслуживание файлов	520	540	420
305	Обработка файлов	750	800	720
306	Обработка файлов в диалоговом режиме	2400	2600	3050
307	Совместная обработка группы файлов	4900	5300	6180
308	Управление файлами	5130	5380	5750
309	Формирование файла	1100	1080	1020
4. Генерация программ и ПО, а также настройка ПО				
401	Генерация рабочих программ	3680	4120	3360
402	Генерация программ по описанию пользователей	10870	12330	9880
403	Формирование служебных таблиц	570	620	1070
404	Система генерации ПО	5120	5340	4980
405	Система настройки ПО	250	300	370
5. Управление ПО, компонентами ПО и внешними устройствами				
501	Монитор ПО (управление работой компонентов)	350	360	740
502	Монитор системы (управление работой комплекса ПО)	3750	3880	7740
503	Управление внешними устройствами и объектами	6850	7340	5900
504	Обработка прерываний	890	730	540
505	Управление внешней памятью	250	210	200
506	Обработка ошибочных и сбойных ситуаций	430	410	410
507	Обеспечение интерфейса между компонентами	730	750	970
6. Отладка прикладных программ, обмен информацией между МД и МЛ, вспомогательные программные функции				
601	Отладка прикладных программ в интерактивном режиме	4500	4700	4300

Окончание прил.2

602	Обмен информацией между магнитным диском (МД) и магнитной лентой (МЛ)	*	*	*
603	Копирование наборов данных на МЛ и восстановление	*	*	*
604	Справка и обучение	680	680	720
605	Вспомогательные и сервисные программы	460	490	580
7. Расчетные задачи, формирование и вывод на внешние носители (АЦПУ) документов сложной формы и файлов				
701	Математическая статистика и прогнозирование	8370	9570	9320
702	Расчетные задачи (расчет режимов обработки)	12600	15300	14800
703	Расчет показателей	410	500	460
704	Процессор отчетов	1070	1230	3200
705	Формирование и вывод на внешние носители	2650	2850	3500
706	Предварительная обработка и печать файлов	540	560	470
707	Графический вывод результатов	300	310	480
708	Интерактивный редактор текста	3800	3910	4540
709	Измерение состояния ресурсов в интерактивной системе	650	440	480

**Укрупненные нормы времени на разработку ПО (T_H) в зависимости
от уточненного объема ПО (V_y) и группы сложности ПО (чел./дн.)**

Объем ПО (строки исходного кода, LOC)	Категории сложности ПО			Номер нормы
	1-я	2-я	3-я	
1	2	3	4	5
200	—	—	21	1
300	—	—	23	2
400	—	—	25	3
500	—	—	27	4
600	—	33	28	5
700	—	36	30	6
800	—	38	32	7
900	—	40	34	8
1000	51	43	36	9
1200	54	45	38	10
1400	57	48	40	11
1600	60	50	42	12
1800	64	54	45	13
2000	68	57	48	14
2200	73	61	51	15
2400	76	64	54	16
2600	81	68	57	17
2800	86	72	60	18
3000	91	76	64	19
3200	97	81	68	20
3400	103	86	72	21
3600	110	92	77	22
3800	117	98	82	23
4000	124	104	87	24
4200	133	111	93	25
4400	141	118	99	26
4600	151	126	105	27
4800	160	134	112	28
5000	170	142	119	29
5500	182	152	127	30
6000	194	162	135	31
6500	206	172	144	32
7000	220	184	154	33
7500	235	196	164	34

Окончание прил.3

1	2	3	4	5
8000	252	210	175	35
8500	268	224	187	36
9000	288	240	200	37
9500	307	256	214	38
10000	327	273	228	39
11000	349	291	243	40
12000	374	312	260	41
13000	399	333	278	42
14000	427	356	297	43
15000	456	380	317	44
16000	487	406	339	45
18000	520	434	362	46
20000	556	464	387	47
22000	595	496	414	48
24000	636	530	442	49
26000	679	566	472	50
28000	727	606	505	51
30000	775	646	540	52
32000	830	692	577	53
34000	888	740	617	54
36000	950	792	660	55
38000	1016	847	706	56
40000	1087	906	755	57
42000	1161	968	807	58
44000	1242	1035	863	59
46000	1328	1107	923	60
48000	1420	1184	987	61
50000	1620	1267	1056	62

Приложение 4

Таблица П.4.1

Характеристики категорий сложности ПО

Категории сложности	Характеристики ПО
1	ПО, обладающие одной или несколькими из следующих характеристик: 1. Наличие сложного интеллектуального языкового интерфейса с пользователем. 2. Режим работы в реальном времени. 3. Обеспечение телекоммуникационной обработки данных и управление удаленными объектами. 4. Машинная графика. 5. Многомашинные комплексы.
2	ПО, обладающие одной или несколькими из следующих характеристик: 1. Оптимизационные расчеты. 2. Обеспечение настройки ПО на изменения структур входных и выходных данных. 3. Настройка ПО на нестандартную конфигурацию технических средств. 4. Обеспечение переносимости ПО.
3	ПО, не обладающие перечисленными выше характеристиками.

Таблица П.4.2

Дополнительные коэффициенты сложности ПО

Характеристика ПО	Значения K_c
1. Функционирование ПО в расширенной операционной среде (связь с другими ПО).	0,08
2. Интерактивный доступ.	0,06
3. Обеспечение хранения, ведения и поиска данных в сложных	0,07
4. Наличие у ПО одновременно нескольких характеристик по табл.	
4.1 . 2 характеристики.	0,12
4.1. 3 характеристики.	0,18
4.2. Свыше 3-х характеристик.	0,26

Таблица П.4.3

Значения коэффициентов удельных весов трудоемкости стадий в общей трудоемкости разработки ПО

Код	Степень новизны		
	А	Б	В
ТЗ	0,11	0,10	0,09
ЭП	0,09	0,08	0,07
ТП	0,11	0,09	0,07
РП	0,55	0,58	0,61
ВН	0,14	0,15	0,16
Итого	1,00	1,00	1,00

Таблица П.4.4

Поправочные коэффициенты, учитывающие новизну ПО (K_H)

Категория новизны ПО	Степень новизны	Использование		Значение K_H
		На основе нового типа ПК	В среде новой ОС	
А	Принципиально новые ПО, не имеющие доступных аналогов.	+	+	1,75
		-	+	1,6
		+	-	1,2
		-	-	1,0
Б	ПО, являющиеся развитием определенного параметрического ряда ПО.	+	+	1,0
		-	-	0,9
		+	-	0,8
В	ПО, являющиеся развитием определенного параметрического ряда ПО, разработанных для ранее освоенных типов конфигурации ПК и ОС.	-	-	0,7

Таблица П.4.5

Значения поправочного коэффициента, учитывающего использование стандартных модулей типовых программ и ПО (K_T)

Степень охвата реализуемых функций разрабатываемого ПО стандартными модулями, типовыми программами и ПО	Значение K_T
1. От 60 % и выше.	0,6
2. От 40 % до 60 %.	0,7
3. От 20 % до 40 %.	0,8
4. До 20 %.	0,9
5. Типовые программы и ПО не используются для реализации функций разрабатываемого ПО .	1,0

Таблица П.4.6

Коэффициенты применения программных средств БПО в АС и СОД (статистические оценки)

Наименование группы программного обеспечения	Значение коэффициента применения программного средства (K_n)
1. Программные средства общего назначения	0,3 – 0,9
2. Программные средства технологии и автоматизации программирования и автоматизации проектирования АСУ*	—
3. Программные средства методо-ориентированных расчетов	0,3 – 0,7
4. Программные средства организации вычислительного процесса	0,5 – 1,0
5. Программные средства функционального назначения	0,2 – 0,9

*Значения K_n отсутствуют, так как величина программ конкретных задач АС и СОД не зависит от объема программных средств в данной группе.

**Оценка значений среднего расхода материалов на разработку и отладку
100 строк исходного кода без применения ПО**

Наименование подсистемы АС и СОД	Средний расход материалов, р./100 строк кода
1. Общесистемные задачи: ведение линейных файлов, информационно-поисковые системы и информационно-справочные системы, сбор	0,38
2. Задачи расчетного характера	0,46
3. Оперативное управление производством, расчеты по ценообразованию	0,22
4. Техническая подготовка производства, транспортное, ремонтное,	0,25
5. Бухгалтерский учет, финансовые расчеты, учет пенсий и пособий,	0,41
6. Управление кадрами	0,41
7. Техничко-экономическое планирование	0,43
8. Материально-техническое снабжение, реализация и сбыт готовой	0,43

Примечание. Коэффициент снижения среднего расхода материалов на разработку и отладку 100 строк кода при использовании ПО рекомендуется использовать в пределах от 0,4 до 0,7.

**Оценка значений среднего машинного времени на отладку 100 строк
исходного кода без применения ПО**

Наименование подсистемы АС и СОД	Средний расход машинного времени, ч/100 строк кода
1. Общесистемные задачи: ведение линейных файлов, информационно-поисковые системы и информационно-справочные системы, сбор информации, ввод информации, расширение возможностей средств обработки данных, организация вычислительного процесса	12
2. Задачи расчетного характера	15
3. Оперативное управление производством, расчеты по ценообразованию	7
4. Техническая подготовка производства, транспортное, ремонтное, энергетическое и инструментальное обслуживание производства	8
5. Бухгалтерский учет, финансовые расчеты, учет пенсий и пособий, учет страховых операций, качество продукции	13
6. Управление кадрами	13
7. Техничко-экономическое планирование	13
8. Материально-техническое снабжение, реализация и сбыт готовой продукции	13

Примечание. При применении ПО для отладки программ на компьютерах рекомендуется использовать понижающие коэффициенты (от 0,3 до 0,6).

Исходные данные и формулы расчета

№ п/п	Наименование статей	Условные обозначения	Норматив	
1	Материалы и комплектующие	M_i		Расходы определяются на основании расчета
2	Основная заработная плата исполнителей	$З_{oi}$		Расходы определяются на основании расчета
3	Дополнительная заработная плата исполнителей	$З_{di}$	$H_d = 10-20\%$	$З_{di} = \frac{З_{oi} \cdot H_d}{100\%}$
4	Отчисления в фонд социальной защиты населения	$З_{сzi}$	$H_{сз} = 34\%$	$З_{сzi} = \frac{З_{oi} \cdot H_{сз}}{100\%}$
5	Отчисления по обязательному страхованию	$З_{oci}$	$H_{oc} = 0,6\%$	$З_{oci} = \frac{(З_{oi} + З_{di}) \cdot H_{oc}}{100}$
6	Спецоборудование	P_{ci}		Расходы определяются на основании расчета. Цена ры
7	Машинное время	P_{mi}		Расходы определяются на основании расчета. Цена 1 машино-часа - рыночная
8	Расходы на научные командировки	P_{nki}	$H_{рнк} = 30\%$	$P_{nki} = \frac{З_{oi} \cdot H_{рнк}}{100\%}$
9	Прочие прямые расходы	P_{zi}	$H_{пз} = 20\%$	$P_{zi} = \frac{З_{oi} \cdot H_{пз}}{100\%}$
10	Накладные расходы	P_{ni}	$H_{рн} = 100\%$	$P_{ni} = \frac{З_{oi} \cdot H_{рн}}{100\%}$
11	Полная себестоимость	C_{pi}		$C_{pi} = З_{oi} + З_{di} + З_{сzi} + З_{oci} + M_i + P_{ci} + P_{mi} + P_{nki} + P_{zi} + P_{ni}$
12	Прогнозируемая прибыль	P_{oi}	$U_{рп} = 40-60\%$	$P_{oi} = \frac{C_{pi} \cdot U_{рп}}{100\%}$
13	Прогнозируемая цена без налогов	C_{pi}		$C_{pi} = C_{pi} + P_{oi}$

Окончание табл. П.7.1

1	2	3	4	5
14	НДС (при отсутствии льгот)	НДС _i	НДС = 20 %	$НДС_i = \frac{Ц_{ni} \cdot НДС}{100\%}$
15	Прогнозируемая отпускная цена	Ц _{oi}		$Ц_{oi} = Ц_{pi} + НДС_i$
16	Налог на прибыль при отсутствии льгот		Н _п = 18%	

Палицын Василий Александрович

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

**Методическое пособие
для студентов всех специальностей БГУИР**

Проекты программного обеспечения