

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА**

**Факультет информатики и систем управления**

**Кафедра теоретической информатики и компьютерных технологий**

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой ИУ-9

\_\_\_\_\_ (И.П. Иванов)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Обзор**

к дипломному проекту

«Функциональный язык программирования с динамической типизацией и ML-подобным  
синтаксисом»

Исполнитель: Ю.А. Волкова

Группа: ИУ9-121

Руководитель

квалификационной работы

А.В. Дубанов

# Содержание

<b>1</b>	<b>Технико-экономическое обоснование</b>	<b>3</b>
1.1	Трудоемкость разработки программной продукции . . . . .	4
1.1.1	Трудоемкость разработки технического задания . . . . .	4
1.1.2	Трудоемкость разработки эскизного проекта . . . . .	5
1.1.3	Трудоемкость разработки технического проекта . . . . .	6
1.1.4	Трудоемкость разработки рабочего проекта . . . . .	7
1.1.5	Трудоемкость выполнения стадии «Внедрение» . . . . .	9
1.2	Расчет количества исполнителей . . . . .	10
1.3	Ленточный график выполнения работ . . . . .	12
1.4	Определение себестоимости программной продукции . . . . .	13
1.5	Определение стоимости программной продукции . . . . .	14
1.6	Расчет экономической эффективности . . . . .	14
1.7	Результаты . . . . .	15
	<b>Список литературы</b>	<b>17</b>

# 1 Технико-экономическое обоснование

Разработка программного обеспечения — достаточно трудоемкий и длительный процесс, требующий выполнения большого числа разнообразных операций. Организация и планирование процесса разработки программного продукта или программного комплекса при традиционном методе планирования предусматривает выполнение следующих работ:

- формирование состава выполняемых работ и группировка их по стадиям разработки;
- расчет трудоемкости выполнения работ;
- установление профессионального состава и расчет количества исполнителей;
- определение продолжительности выполнения отдельных этапов разработки;
- построение календарного графика выполнения разработки;
- контроль выполнения календарного графика.

Трудоемкость разработки программной продукции зависит от ряда факторов, основными из которых являются следующие: степень новизны разрабатываемого программного комплекса, сложность алгоритма его функционирования, объем используемой информации, вид ее представления и способ обработки, а также уровень используемого алгоритмического языка программирования. Чем выше уровень языка, тем трудоемкость меньше.

По степени новизны разрабатываемый проект относится к *группе новизны В* – разработка программной продукции, имеющей аналоги.

По степени сложности алгоритма функционирования проект относится к *3 группе сложности* - программная продукция, реализующая алгоритмы стандартных методов решения задач.

По виду представления исходной информации и способа ее контроля программный продукт относится к *группе 12* - исходная информация представлена в форме документов, имеющих различный формат и структуру и *группе 22* - требуется печать документов одинаковой формы и содержания, вывод массивов данных на машинные носители.

## 1.1 Трудоемкость разработки программной продукции

Трудоемкость разработки программной продукции ( $\tau_{PP}$ ) может быть определена как сумма величин трудоемкости выполнения отдельных стадий разработки программного продукта из выражения:

$$\tau_{PP} = \tau_{TZ} + \tau_{EP} + \tau_{TP} + \tau_{RP} + \tau_V,$$

где  $\tau_{TZ}$  — трудоемкость разработки технического задания на создание программного продукта;  $\tau_{EP}$  — трудоемкость разработки эскизного проекта программного продукта;  $\tau_{TP}$  — трудоемкость разработки технического проекта программного продукта;  $\tau_{RP}$  — трудоемкость разработки рабочего проекта программного продукта;  $\tau_V$  — трудоемкость внедрения разработанного программного продукта.

### 1.1.1 Трудоемкость разработки технического задания

Расчёт трудоёмкости разработки технического задания ( $\tau_{TZ}$ ) [чел.-дни] производится по формуле:

$$\tau_{TZ} = T_{RZ}^Z + T_{RP}^Z,$$

где  $T_{RZ}^Z$  — затраты времени разработчика постановки задачи на разработку ТЗ, [чел.-дни];  $T_{RP}^Z$  — затраты времени разработчика программного обеспечения на разработку ТЗ, [чел.-дни]. Их значения рассчитываются по формулам:

$$T_{RZ}^Z = t_Z * K_{RZ}^Z,$$

$$T_{RP}^Z = t_Z * K_{RP}^Z,$$

где  $t_Z$  — норма времени на разработку ТЗ на программный продукт (зависит от функционального назначения и степени новизны разрабатываемого программного продукта), [чел.-дни]. В нашем случае по таблице получаем значение (группа новизны — В, функциональное назначение — технико-экономическое):

$$t_Z = 37.$$

$K_{RZ}^Z$  — коэффициент, учитывающий удельный вес трудоемкости работ, выполняемых разработчиком постановки задачи на стадии ТЗ. В нашем случае (совместная разработка с разработчиком ПО):

$$K_{RZ}^Z = 0.65.$$

$K_{RP}^Z$  — коэффициент, учитывающий удельный вес трудоемкости работ, выполняемых разработчиком программного обеспечения на стадии ТЗ. В нашем случае (совместная разработка с разработчиком постановки задач):

$$K_{RP}^Z = 0.35.$$

Тогда:

$$\tau_{TZ} = 37 * (0.35 + 0.65) = 37.$$

### 1.1.2 Трудоемкость разработки эскизного проекта

Расчёт трудоёмкости разработки эскизного проекта ( $\tau_{EP}$ ) [чел.-дни] производится по формуле:

$$\tau_{EP} = T_{RZ}^E + T_{RP}^E,$$

где  $T_{RZ}^E$  — затраты времени разработчика постановки задачи на разработку эскизного проекта (ЭП), [чел.-дни];  $T_{RP}^E$  — затраты времени разработчика программного обеспечения на разработку ЭП, [чел.-дни]. Их значения рассчитываются по формулам:

$$T_{RZ}^E = t_E * K_{RZ}^E,$$

$$T_{RP}^E = t_E * K_{RP}^E,$$

где  $t_E$  — норма времени на разработку ЭП на программный продукт (зависит от функционального назначения и степени новизны разрабатываемого программного продукта), [чел.-дни]. В нашем случае по таблице получаем значение (группа новизны — В, функциональное назначение — технико-экономическое):

$$t_E = 77.$$

$K_{RZ}^E$  — коэффициент, учитывающий удельный вес трудоемкости работ, выполняемых разработчиком постановки задачи на стадии ЭП. В нашем случае (совместная разработка с разработчиком ПО):

$$K_{RZ}^E = 0.7.$$

$K_{RP}^E$  — коэффициент, учитывающий удельный вес трудоемкости работ, выполняемых разработчиком программного обеспечения на стадии ТЗ. В нашем случае (совместная разработка

с разработчиком постановки задач):

$$K_{RP}^E = 0.3.$$

Тогда:

$$\tau_{EP} = 77 * (0.3 + 0.7) = 77.$$

### 1.1.3 Трудоемкость разработки технического проекта

Трудоёмкость разработки технического проекта ( $\tau_{TP}$ ) [чел.-дни] зависит от функционального назначения программного продукта, количества разновидностей форм входной и выходной информации и определяется по формуле:

$$\tau_{TP} = (t_{RZ}^T + t_{RP}^T) * K_V * K_R,$$

где  $t_{RZ}^T$  — норма времени, затрачиваемого на разработку технического проекта (ТП) разработчиком постановки задач, [чел.-дни];  $t_{RP}^T$  — норма времени, затрачиваемого на разработку ТП разработчиком ПО, [чел.-дни]. По таблице принимаем (функциональное назначение — технико-экономическое планирование, количество разновидностей форм входной информации — 1 (файл с текстом программы на исходном языке), количество разновидностей форм выходной информации — 1 (файл с текстом программы на языке Scheme)):

$$t_{RZ}^T = 30,$$

$$t_{RP}^T = 8.$$

$K_R$  — коэффициент учета режима обработки информации. По таблице принимаем (группа новизны — В, режим обработки информации — реальный масштаб времени):

$$K_R = 1.26.$$

$K_V$  — коэффициент учета вида используемой информации, определяется по формуле:

$$K_V = \frac{K_P * n_P + K_{NS} * n_{NS} + K_B * n_B}{n_P + n_{NS} + n_B},$$

где  $K_P$  — коэффициент учета вида используемой информации для переменной информации;  $K_{NS}$  — коэффициент учета вида используемой информации для нормативно-справочной информации;  $K_B$  — коэффициент учета вида используемой информации для баз данных;  $n_P$  —

количество наборов данных переменной информации;  $n_{NS}$  — количество наборов данных нормативно-справочной информации;  $n_B$  — количество баз данных. Коэффициенты находим по таблице (группа новизны - В):

$$K_P = 1.00,$$

$$K_{NS} = 0.72,$$

$$K_B = 2.08.$$

Количество наборов данных, используемых в рамках задачи:

$$n_P = 10,$$

$$n_{NS} = 0,$$

$$n_B = 0.$$

Находим значение  $K_V$ :

$$K_V = \frac{1.00 * 10 + 0.72 * 0 + 2.08 * 1}{10 + 0 + 1} = 1.098.$$

Тогда:

$$\tau_{TP} = (30 + 8) * 1.098 * 1.26 = 53.$$

#### 1.1.4 Трудоемкость разработки рабочего проекта

Трудоёмкость разработки рабочего проекта ( $\tau_{RP}$ ) [чел.-дни] зависит от функционального назначения программного продукта, количества разновидностей форм входной и выходной информации, сложности алгоритма функционирования, сложности контроля информации, степени использования готовых программных модулей, уровня алгоритмического языка программирования и определяется по формуле:

$$\tau_{RP} = (t_{RZ}^R + t_{RP}^R) * K_K * K_R * K_Y * K_Z * K_{IA},$$

где  $t_{RZ}^R$  — норма времени, затраченного на разработку рабочего проекта на алгоритмическом языке высокого уровня разработчиком постановки задач, [чел.-дни].  $t_{RP}^R$  — норма времени, затраченного на разработку рабочего проекта на алгоритмическом языке высокого уровня разработчиком ПО, [чел.-дни]. По таблице принимаем (функциональное назначение —

технико-экономическое планирование, количество разновидностей форм входной информации — 1 (файл с текстом программы на исходном языке), количество разновидностей форм выходной информации — 1 (файл с текстом программы на языке Scheme):

$$t_{RZ}^R = 8,$$

$$t_{RP}^R = 51.$$

$K_K$  — коэффициент учета сложности контроля информации. По таблице принимаем (степень сложности контроля входной информации — 12, степень сложности контроля выходной информации — 22):

$$K_K = 1.00.$$

$K_R$  — коэффициент учета режима обработки информации. По таблице принимаем (группа новизны — В, режим обработки информации — реальный масштаб времени):

$$K_R = 1.26.$$

$K_Y$  — коэффициент учета уровня используемого алгоритмического языка программирования. По таблице принимаем значение (интерпретаторы, языковые описатели):

$$K_Y = 0.8.$$

$K_Z$  — коэффициент учета степени использования готовых программных модулей. По таблице принимаем (использование готовых программных модулей составляет менее 25

$$K_Z = 0.8.$$

$K_{IA}$  — коэффициент учета вида используемой информации и сложности алгоритма программного продукта, его значение определяется по формуле:

$$K_{IA} = \frac{K'_P * n_P + K'_{NS} * n_{NS} + K'_B * n_B}{n_P + n_{NS} + n_B},$$

где  $K'_P$  — коэффициент учета сложности алгоритма ПП и вида используемой информации для переменной информации;  $K'_{NS}$  — коэффициент учета сложности алгоритма ПП и вида используемой информации для нормативно-справочной информации;  $K'_B$  — коэффициент учета сложности алгоритма ПП и вида используемой информации для баз данных.  $n_P$  —



количество наборов данных переменной информации;  $n_{NS}$  — количество наборов данных нормативно-справочной информации;  $n_B$  — количество баз данных. Коэффициенты находим по таблице (группа новизны - В):

$$K'_P = 1.00,$$

$$K'_{NS} = 0.48,$$

$$K'_B = 0.4.$$

Количество наборов данных, используемых в рамках задачи:

$$n_P = 10,$$

$$n_{NS} = 0,$$

$$n_B = 1.$$

Находим значение  $K_{IA}$ :

$$K_{IA} = \frac{1.00 * 10 + 0.48 * 0 + 0.4 * 1}{10 + 0 + 1} = 0.945.$$

Тогда:

$$\tau_{RP} = (8 + 51) * 1.00 * 1.26 * 0.8 * 0.8 * 0.945 = 45.$$

### 1.1.5 Трудоемкость выполнения стадии «Внедрение»

Расчёт трудоёмкости разработки технического проекта ( $\tau_V$ ) [чел.-дни] производится по формуле:

$$\tau_V = (t_{RZ}^V + t_{RP}^V) * K_K * K_R * K_Z,$$

где  $t_{RZ}^V$  — норма времени, затрачиваемого разработчиком постановки задач на выполнение процедур внедрения программного продукта, [чел.-дни];  $t_{RP}^V$  — норма времени, затрачиваемого разработчиком программного обеспечения на выполнение процедур внедрения программного продукта, [чел.-дни]. По таблице принимаем (функциональное назначение — технико-экономическое планирование, количество разновидностей форм входной информации — 1 (файл с текстом программы на исходном языке), количество разновидностей форм выходной информации — 1 (файл с текстом программы на языке Scheme)):

$$t_{RZ}^V = 9,$$

$$t_{RP}^V = 11.$$

Коэффициент  $K_K$  и  $K_Z$  были найдены выше:

$$K_K = 1.00,$$

$$K_Z = 0.8.$$

$K_R$  — коэффициент учета режима обработки информации. По таблице принимаем (группа новизны — В, режим обработки информации — реальный масштаб времени):

$$K_R = 1.26.$$

Тогда:

$$\tau_V = (9 + 11) * 1.00 * 1.26 * 0.8 = 21.$$

Общая трудоёмкость разработки ПП:

$$\tau_{PP} = 37 + 77 + 53 + 45 + 21 = 233.$$

## 1.2 Расчет количества исполнителей

Средняя численность исполнителей при реализации проекта разработки и внедрения ПО определяется соотношением:

$$N = \frac{t}{F},$$

где  $t$  — затраты труда на выполнение проекта (разработка и внедрение ПО);  $F$  — фонд рабочего времени. Разработка велась 5 месяцев с 1 января 2016 по 31 мая 2016. Количество рабочих дней по месяцам приведено в таблице 1. Из таблицы получаем, что фонд рабочего времени

$$F = 96.$$

Получаем число исполнителей проекта:

$$N = \frac{233}{96} = 3$$

Для реализации проекта потребуются 1 старший инженер и 2 простых инженера.

Таблица 1: Количество рабочих дней по месяцам

Номер месяца	Интервал дней	Количество рабочих дней
1	01.01.2016 - 31.01.2016	15
3	01.02.2016 - 29.02.2016	20
4	01.03.2016 - 31.03.2016	21
5	01.04.2016 - 30.04.2016	21
6	01.05.2016 - 31.05.2016	19
Итого		96

### 1.3 Ленточный график выполнения работ

На основе рассчитанных в главах 1.1, 1.2 трудоёмкости и фонда рабочего времени найдём количество рабочих дней, требуемых для выполнения каждого этапа разработка. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2: Трудоёмкость выполнения работы над проектом

Номер стадии	Название стадии	Трудоёмкость [чел.-дни]	Удельный вес [%]	Количество рабочих дней
1	Техническое задание	37	11	10
2	Эскизный проект	77	24	23
3	Технический проект	53	35	34
4	Рабочий проект	45	25	24
5	Внедрение	21	5	5
Итого		233	100	96

Планирование и контроль хода выполнения разработки проводится по ленточному графику выполнения работ. По данным в таблице 2 в ленточный график (таблица 3), в ячейки столбца “продолжительности рабочих дней” заносятся времена, которые требуются на выполнение соответствующего этапа. Все исполнители работают одновременно.

Таблица 3: Ленточный график выполнения работ

Номер стадии	Продолжительность [раб.-дни]	Календарные дни																							
		Количество рабочих дней																							
		0	0	5	5	5	5	5	6	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	2	
1	10			5	5																				
2	23					5	5	5	6	2															
3	34									1	5	3	5	5	5	5	5								
4	24																	5	5	3	4	5	2		
5	5																					3	2		

## 1.4 Определение себестоимости программной продукции

Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), состоят из затрат на заработную плату исполнителям, затрат на закупку или аренду оборудования, затрат на организацию рабочих мест, и затрат на накладные расходы.

В таблице 4 приведены затраты на заработную плату и отчисления на социальное страхование в пенсионный фонд, фонд занятости и фонд обязательного медицинского страхования (30.5 %). Для старшего инженера предполагается оклад в размере 120000 рублей в месяц, для инженера предполагается оклад в размере 100000 рублей в месяц.

Таблица 4: Затраты на зарплату и отчисления на социальное страхование

Должность	Зарплата в месяц	Рабочих месяцев	Суммарная зарплата	Затраты на социальные нужды
Старший инженер	120000	5	600000	183000
Инженер	100000	5	500000	152500
Инженер	100000	5	500000	152500
Суммарные затраты			2088000	

Расходы на материалы, необходимые для разработки программной продукции, указаны в таблице 5.

Таблица 5: Затраты на материалы

Наименование материала	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага А4	Пачка 400 л.	2	200	400
Картридж для принтера HP P10025	Шт.	3	450	1350
Суммарные затраты				1750

В работе над проектом используется специальное оборудование — персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) в количестве 9 шт. Стоимость одной ПЭВМ составляет 90000 рублей. Месячная норма амортизации  $K = 2,7\%$ . Тогда за 5 месяцев работы расходы на амортизацию составят  $P = 90000 * 3 * 0.027 * 5 = 36450$  рублей.

Накладные расходы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_n = A_n * C_z$$

$$N = 2.1 * 1600000 = 3360000$$

Общие затраты на разработку программного продукта (ПП) составят

$$2088000 + 1750 + 36450 + 3360000 = 5486200 \text{ рублей.}$$

## 1.5 Определение стоимости программной продукции

Для определения стоимости работ необходимо на основании плановых сроков выполнения работ и численности исполнителей рассчитать общую сумму затрат на разработку программного продукта. Если ПП рассматривается и создается как продукция производственно-технического назначения, допускающая многократное тиражирование и отчуждение от непосредственных разработчиков, то ее цена  $P$  определяется по формуле:

$$P = K * C + Pr,$$

где  $C$  — затраты на разработку ПП (сметная себестоимость);  $K$  — коэффициент учёта затрат на изготовление опытного образца ПП как продукции производственно-технического назначения ( $K = 1.1$ );  $Pr$  — нормативная прибыль, рассчитываемая по формуле:

$$Pr = \frac{C * \rho_N}{100},$$

где  $\rho_N$  — норматив рентабельности,  $\rho_N = 30\%$ ;

Получаем стоимость программного продукта:

$$P = 1.1 * 5486200 + 5486200 * 0.3 = 7680680 \text{ рублей.}$$

## 1.6 Расчет экономической эффективности

Основными показателями экономической эффективности является чистый дисконтированный доход (NPV) и срок окупаемости вложенных средств. Чистый дисконтированный доход определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^t},$$

где  $T$  — горизонт расчета по месяцам;  $t$  — период расчета;  $R_t$  — результат, достигнутый на  $t$  шаге (стоимость);  $Z_t$  — текущие затраты (на шаге  $t$ );  $E$  — приемлемая для инвестора норма прибыли на вложенный капитал.

На момент начала 2016 года, ставка рефинансирования 11% годовых (ЦБ РФ), что

эквивалентно (0.916% в месяц). В виду особенности разрабатываемого продукта он может быть продан лишь однократно. Отсюда получаем

$$E = 0.00916.$$

В таблице 6 находится расчёт чистого дисконтированного дохода. График его изменения приведён на рисунке 1.

Таблица 6: Расчёт чистого дисконтированного дохода

Месяц	Текущие затраты, руб.	Затраты с начала года, руб.	Текущий доход, руб.	ЧДД, руб.
Январь	1096890	1096890	0	-1096890
Февраль	1096890	2193780	0	-2183823.7
Март	1096890	3290670	0	-3260891.4
Апрель	1096890	4387560	0	-4328182.7
Мая	1098640	5486200	7680680	2019802

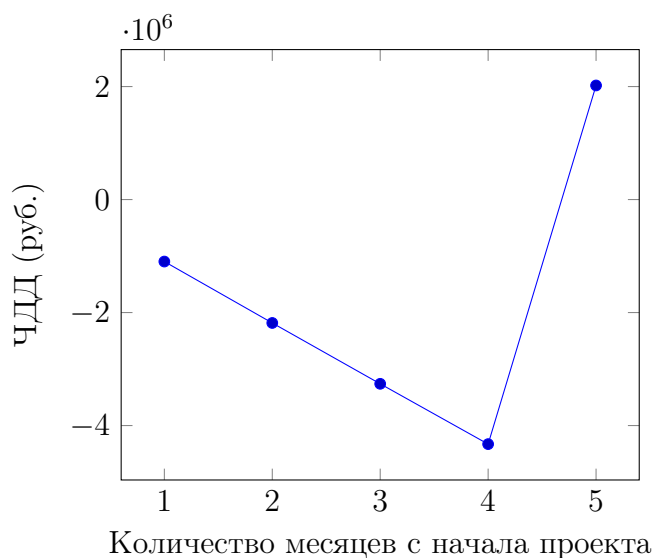


Рисунок 1 — График изменения чистого дисконтированного дохода

Согласно проведенным расчетам, проект является рентабельным. Разрабатываемый проект позволит превысить показатели качества существующих систем и сможет их заменить. Итоговый ЧДД составил: 2019802 рубля.

## 1.7 Результаты

В рамках организационно-экономической части был спланирован календарный график проведения работ по созданию подсистемы поддержки проведения диагностики промышленных, а также были проведены расчеты по трудозатратам. Были исследованы и рассчитаны следующие статьи затрат: материальные затраты; заработная плата исполнителей; отчисления на социальное страхование; накладные расходы.

В результате расчетов было получено общее время выполнения проекта, которое составило 96 рабочих дней, получены данные по суммарным затратам на создание и разработку функционального языка, которые составили 5486200 рублей. Согласно проведенным расчетам, проект является рентабельным. Цена данного программного проекта составила 7680680 рублей, итоговый ЧДД составил 2019802 рублей.



## Список литературы

- [1] Скоробогатов С.Ю. Лекции по курсу 'Компиляторы', 2014.
- [2] Арсеньев В.В., Сажин Ю.Б. Методические указания к выполнению организационно-экономической части дипломных проектов по созданию программной продукции. М.: изд. МГТУ им. Баумана, 1994. 52 с. 2.
- [3] Под ред. Смирнова С.В. Организационно-экономическая часть дипломных проектов исследовательского профиля. М.: изд. МГТУ им. Баумана, 1995. 100 с.