ЧАСТЬ 1
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТА

Цель работы: изучить структуру технико-экономического обоснования эффективности проекта по разработке автоматизированной информационной системы на основе сравнения с аналогом и автоматизировать процесс расчета ТЭО.

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) – это анализ, расчет, оценка экономической целесообразности осуществления предлагаемого проекта, в данном случае – проекта по разработке автоматизированной информационной системы. ТЭО основано на сопоставительной оценке затрат и результатов, установлении эффективности использования, срока окупаемости вложений.

Технико-экономическое обоснование является необходимым для каждого инвестора исследованием, в ходе подготовки которого проводится ряд работ по изучению и анализу всех составляющих инвестиционного проекта и разработке сроков возврата вложенных в бизнес средств.

В качестве примера рассмотрено технико-экономическое обоснование разработки автоматизированной системы контроля договоров на поставку материально-технических ресурсов на предприятии ООО «Стройсервис» [2].

1.1 Оценка конкурентоспособности проекта в сравнении с аналогом

В качестве программы-аналога для сравнения при разработке проекта принята программа «Dogo Pro» (производитель – компания «InterBuild»).

Эта разработка принята в качестве базового варианта исходя из трех факторов:

1) смежный профиль;

2) соответствие требованиям технического задания проекта;

3) доступность для исследования и сравнения с разрабатываемым проектом реальной версии программы.

Для оценки конкурентоспособности разрабатываемого продукта необходимо провести анализ и сравнение с выбранным аналогом по функциональному назначению, основным техническим и эксплуатационным параметрам, областям применения. Подобный анализ осуществляется с помощью оценки эксплуатационно-технического уровня разрабатываемого продукта.

Эксплуатационно-технический уровень (ЭТУ) разрабатываемого продукта – это обобщенная характеристика его эксплуатационных свойств, возможностей, степени новизны, являющихся основой качества продукта. Для определения ЭТУ продукта можно использовать индекс эксплуатационно-технического уровня $J_{ЭТУ}$, который рассчитывается как сумма частных

индексов, куда входят показатели качества программного продукта. Для учета значимости отдельных параметров применяется балльно-индексный метод.

Тогда

$$J_{\text{ЭТУ}} = \sum_{j=1}^{n} B_j \times X_j \,, \tag{1.1}$$

где $J_{\text{ЭТУ}}$ – комплексный показатель качества продукта по группе показателей;

n – число рассматриваемых показателей;

B_j – коэффициент весомости j-го показателя в долях единицы, назначаемый в соответствии с потребностями организации-заказчика программного продукта;

X_j – экспертная оценка j-го показателя качества по выбранной шкале оценивания.

В таблице 2.1 представлены результаты расчета балльно-индексным методом при пятибалльной шкале оценивания. Показатели качества выбираются в соответствии с деревом характеристик качества программного изделия (стандарт «ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению» (рис. 1.1).

Таблица 1.1 – Расчет показателя качества балльно-индексным методом

Показатели качества	**Коэффициент весомости, B_j**	**Проект**		**Аналог**	
		X_j	$B_j \times X_j$	X_j	$B_j \times X_j$
1. Удобство работы (пользовательский интерфейс)	0,14	4	0,56	2	0,28
2.Новизна (соответствие современным требованиям)	0,1	4	0,4	3	0,3
3.Соответствие профилю деятельности заказчика	0,2	4	0,8	2	0,4
4.Ресурсная эффективность	0,05	4	0,2	4	0,2
5. Надежность (защита данных)	0,13	3	0,39	3	0,39
6.Скорость доступа к данным	0,1	4	0,4	4	0,4
7.Гибкость настройки	0,06	3	0,18	3	0,18
8.Обучаемость персонала	0,13	5	0,65	1	0,13
9.Соотношение стоимость/возможности	0,09	4	0,36	2	0,18
Обобщенный показатель качества $J_{\text{ЭТУ}}$		$J_{\text{ЭТУ1}}$=3,94		$J_{\text{ЭТУ2}}$=2,46	

Отношение двух найденных индексов называют коэффициентом технического уровня (КТУ) A_k первого программного продукта по отношению ко второму:

$$A_k = \frac{J_{\text{ЭТУ1}}}{J_{\text{ЭТУ2}}}. \tag{1.2}$$

В нашем случае $A_k = \dfrac{3{,}94}{2{,}46} = 1{,}60$. (1.3)

Так как КТУ больше 1, то разработка проекта с технической точки зрения оправдана.

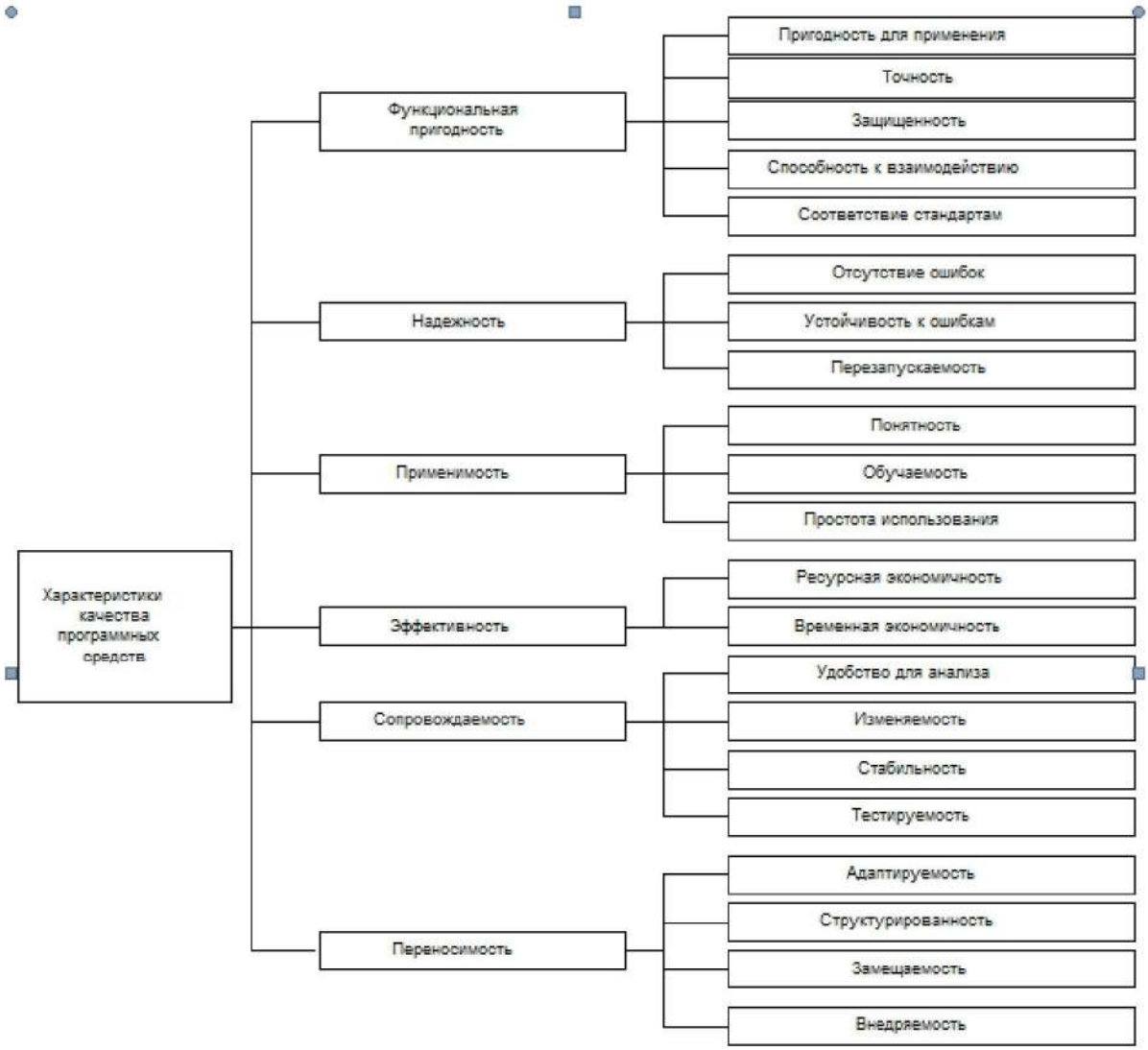


Рисунок 1.1 - Дерево характеристик качества программного изделия

1.2 Планирование комплекса работ по разработке темы и оценка трудоемкости

Для разработки было задействовано два человека: руководитель проекта и исполнитель (инженер-программист). Руководитель выполняет постановку задачи, курирует ход работ и дает необходимые консультации при разработке системы. Исполнитель отвечает за проектирование информационного обеспечения, разработку структур баз данных, реализацию вычислительных алгоритмов в виде завершенного продукта, разработку интерфейсных блоков и отладку программы.

Выбор комплекса работ по разработке проекта производится в соответствии со стандартом «ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств»,

устанавливающим стадии разработки программных продуктов, и приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Комплекс работ по разработке проекта

Содержание работ	Исполнители	Длительность, дни	Загрузка	
			дни	%
1. Подготовка процесса разработки и анализ требований				
1.1 Исследование и обоснование разработки				
1.1.1 Постановка задачи	Руководитель Программист	3	1 3	33 100
1.1.2 Сбор исходных данных	Руководитель Программист	14	5 14	35 100
1.2 Поиск аналогов и прототипов				
1.2.1 Анализ существующих методов решения задачи и программных средств	Руководитель Программист	6	0 6	0 100
1.2.2 Обоснование принципиальной необходимости разработки	Руководитель Программист	2	1 2	50 100
1.3 Анализ требований				
1.3.1 Определение и анализ требований к проектируемой программе	Руководитель Программист	3	1 3	33 100
1.3.2 Определение структуры входных и выходных данных	Руководитель Программист	5	1 5	20 100
1.3.3 Выбор технических и программных средств реализации	Руководитель Программист	3	1 3	33 100
1.3.4 Согласование и утверждение технического задания	Руководитель Программист	3	1 3	33 100
Итого по этапу 1	Руководитель Программист	**39**	**11** **39**	28 100
2. Проектирование				
2.1 Проектирование программной архитектуры	Руководитель Программист	3	0 3	0 100
2.2 Техническое проектирование компонентов программы	Руководитель Программист	7	0 7	0 100
Итого по этапу 2	Руководитель Программист	**10**	**0** **10**	0 100
3. Программирование и тестирование программных модулей				
3.1 Программирование модулей в выбранной среде программирования	Руководитель Программист	13	0 13	0 100
3.2 Тестирование программных модулей	Программист Программист	21	0 21	0 100
3.3 Сборка и испытание программы	Руководитель Программист	5	2 5	40 100
3.4 Анализ результатов испытаний	Руководитель Программист	5	1 5	20 100
Итого по этапу 3	Руководитель	**44**	**3**	7

	Программист		**44**	100
4. Оформление рабочей документации				
4.1 Проведение расчетов показателей безопасности жизнедеятельности	Руководитель Программист	3	0 3	0 100
4.2 Проведение экономических расчетов	Руководитель Программист	4	0 4	0 100
4.3 Оформление пояснительной записки	Руководитель Программист	15	5 15	33 100
Итого по этапу 4	Руководитель Программист	**22**	**5** **22**	23 100
Итого по проекту	Руководитель Программист	**115**	**19** **115**	17 100

На основе данных таблицы 1.2 разработан календарный график выполнения работ (таблица 1.3), показывающий последовательность и взаимосвязь выполнения комплекса работ (*с учетом воскресенья; можно брать без учета воскресенья и праздничных дней*).

Таблица 1.3 - Календарный график выполнения работ

Содержание работы	**Исполнители**	**Длительность, дни**	**График работ**	
			Начало	**Конец**
1 Постановка задачи	Руководитель	1	21.01.2013	21.01.2013
	Программист	3	21.01.2013	23.01.2013
2 Сбор исходных данных	Руководитель	5	24.01.2013	28.01.2013
	Программист	14	24.01.2013	06.02.2013
3 Анализ существующих методов решения задачи и программных средств	Руководитель	0	-	-
	Программист	6	07.02.2013	12.02.2013
4 Обоснование принципиальной необходимости разработки	Руководитель	1	13.02.2013	13.02.2013
	Программист	2	13.02.2013	14.02.2013
5 Определение и анализ требований к программе	Руководитель	1	15.02.2013	15.02.2013
	Программист	3	15.02.2013	17.02.2013
6 Определение структуры входных и выходных данных	Руководитель	1	18.02.2013	18.02.2013
	Программист	5	18.02.2013	22.02.2013
7 Выбор технических средств и программных средств реализации	Руководитель	1	23.02.2013	23.02.2013
	Программист	3	23.02.2013	25.02.2013
8 Согласование и утверждение технического задания	Руководитель	1	26.02.2013	26.02.2013
	Программист	3	26.02.2013	28.02.2013
9 Проектирование программной архитектуры	Руководитель	0	-	-
	Программист	3	01.03.2013	03.03.2013
10 Техническое	Руководитель	0	-	-

проектирование компонентов программы	Программист	7	04.03.2013	10.03.2013
11 Программирование модулей в выбранной среде программирования	Руководитель	0	-	-
	Программист	13	11.03.2013	23.03.2013
12 Тестирование программных модулей	Руководитель	0	-	-
	Программист	21	24.03.2013	13.04.2013
13 Сборка и испытание программы	Руководитель	2	14.04.2013	15.04.2013
	Программист	5	14.04.2013	18.04.2013
14 Анализ результатов испытаний	Руководитель	1	19.04.2013	19.04.2013
	Программист	5	19.04.2013	23.04.2013
15 Проведение расчетов показателей безопасности жизнедеятельности	Руководитель	0	-	-
	Программист	3	24.04.2013	26.04.2013
16 Проведение экономических расчетов	Руководитель	0	-	-
	Программист	4	27.04.2013	30.04.2013
17 Оформление пояснительной записки	Руководитель	5	01.05.2013	05.05.2013
	Программист	15	01.05.2013	15.05.2013

1.3 Расчет затрат на разработку проекта

Капитальные вложения, связанные с автоматизацией обработки информации, рассчитываются по формуле

$$К=К_п+К_р, \quad (1.4)$$

где $К_п$ - капитальные вложения на проектирование, руб.;

$К_р$ - капитальные вложения на реализацию проекта, руб.

Предпроизводственные затраты представляют собой единовременные расходы на разработку обеспечивающих или функциональных систем или элементов на всех этапах проектирования, а также затраты на их усовершенствование, т.е. на проведение обследования и обработку материалов исследования, разработку технического задания, разработку технического и рабочего проекта системы и ее опытного внедрения. Сюда включаются затраты на разработку алгоритмов и программ, стоимость разработок по привязке типовых проектных решений (ТПР) и пакетов прикладных программ (ППП) к конкретному объекту автоматизации.

Суммарные затраты на проектирование системы и ее разработку и отладку на компьютере определяются по формуле

$$К_П = ((1+W_d)(1+W_c)+W_н)\sum_{i=1}^{m} З_{oi} + C_M + M_в, \quad (1.5)$$

где m – количество работников, участвующих в разработке проекта;

$З_{oi}$ – затраты на основную заработную плату работника i-й категории, руб.;

W_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату в долях к основной заработной плате (*W_d = 0,35 и состоит из коэффициента отпускных, равного 0,1, и районного коэффициента – 0,25 для Новосибирска*);

W_c – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, в долях к сумме основной и дополнительной заработной платы разработчиков: *страховые взносы в Пенсионный фонд – 0,22, страховые взносы в ФСС – 0,029, страховые взносы в ФФОМС – 0,051, страховые взносы на производственный травматизм – 0,002; итого W_c=0,302 (в соответствии с Федеральным законом 379-ФЗ от 03.12.2011г,).*

$W_н$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы организации, в долях к основной заработной плате разработчиков (*принимается по фактическим данным, $W_н$ = 0,6*);

C_M – затраты на материалы;

$M_в$ – затраты на использование машинного времени.

Затраты на основную заработную плату работника *i*-й категории:

$$З_{oi} = З_{днi} t_i , \quad (1.6)$$

где $З_{днi}$ – среднедневная заработная плата работника *i*-й категории, руб./дн.;

t_i – количество дней, отработанных работником *i*-й категории.

Затраты времени на разработку системы по каждому исполнителю принимаются, исходя из его загрузки по календарному графику выполнения работ (табл. 1.3).

Расчет основной заработной платы разработчиков проекта приведен в таблице 1.4 из расчета, что в месяце в среднем 21 рабочий день.

Таблица 1.4 – Основная заработная плата разработчиков

Должность	**Должностной оклад, руб.**	**Средняя дневная ставка, руб.**	**Затраты времени на разработку, человеко-дней**	**ОЗП, руб.**
Руководитель	19000	904,76	19	17190,48
Программист	7000	333,33	115	38333,33
Итого				55523,81

Примечание. С сентября 2013 г. в бюджетных образовательных учреждениях введены следующие должностные оклады профессорско-преподавательского состава: преподаватель 14000 руб., доцент, канд.н. – 19000 руб., профессор, докт.н. – 24000 руб.

Ввиду того, что проектируемая информационная система должна быть запрограммирована и отлажена с помощью компьютеров, к суммарным затратам на разработку добавляются затраты на использование машинного времени, исчисляемые как:

$$M_в = t_{мв} S_{мч} K_м , \quad (1.7)$$

где $t_{мв}$ – машинное время компьютера, необходимое для разработки программного продукта; $t_{мв}$ = 460 час.;

$S_{мч}$ – стоимость 1 часа машинного времени: $S_{мч}$=20 руб./час.; (*рассчитать или использовать среднюю стоимость платного доступа к ПК в вашем городе*);

$K_м$ – коэффициент мультипрограммности (*показывает долю машинного времени, отводимого непосредственно на работу над проектом*); $K_м$=1.

Материалы, приобретенные в процессе выполнения работы, и их стоимость приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Затраты на материалы

Материалы	Единица измерения	Требуемое количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь общая	шт.	1	10	10
Компакт-диск CD-RW	шт.	2	35	70
Тонер для лазерного принтера	шт.	1	1000	1000
Бумага офисная	пачка	1	120	120
Итого				1200

Таким образом, капитальные вложения на проектирование равны:

$$К_п = (17190,48 + 38333,33) \times ((1+0,4) \times (1 + 0,302) + 0,6) + 460 \times 20 \times 1 + \\ + 1200 \text{ руб.} = 144923,09 \text{ руб.}$$

Смета затрат на разработку представлена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Затраты на разработку

Статьи затрат	Сумма, руб.
Основная заработная плата	55523,81
Дополнительная зарплата	22209,52
Отчисления на социальные нужды	23475,47
Затраты на материалы	1200
Затраты на машинное время	9200
Накладные расходы организации	33314,29
ИТОГО	144923,09

Капитальные вложения на реализацию проекта:

$$К_р = К_о + К_{дд} + К_{пп} + К_{св} + К_{иб} + К_{пк}, \quad (1.8)$$

где $К_о$ – затраты на основное и вспомогательное оборудование, руб.;

$К_{зд}$ – затраты на строительство, реконструкцию здания и помещений, руб.;

$К_{пп}$ – затраты на приобретение типовых разработок, пакетов, руб.;

$К_{св}$ – затраты на прокладку линий связи, руб.;

$К_{иб}$ – затраты на создание информационной базы, руб.;

$К_{пк}$ – затраты на подготовку и переподготовку кадров, руб.

В связи с тем, что для внедрения системы, рассматриваемой в данном проекте, не было затрат связанных с прокладкой линии связи, затрат на основное и вспомогательное оборудование, затрат на реконструкцию и строительство зданий, то данные затраты для внедрения системы не учитывают. Также не принимаются в расчет затраты по подготовке и переподготовке кадров, затраты на создание информационной базы и затраты на приобретение типовых разработок.

Таким образом, при внедрении системы, рассматриваемой в данном проекте, затраты на его реализацию определяются затратами на оборудование и материалы. В оборудование и материалы входит компьютер на базе процессора Pentium-4. Стоимость компьютера 22500 руб.

Тогда затраты на основное и вспомогательное оборудование составят

$$К_о = \sum_{j=1}^{n} C_{bj} Q_j Y_j \,, \qquad (1.9)$$

где C_{bj} – балансовая стоимость j-го вида оборудования, руб. (при n=1 C_{b1}=22500 руб.);

Q_j – количество единиц j-го оборудования, руб. (1 шт.);

Y_j – коэффициент загрузки j-го вида оборудования при обработке информации по решению задач предметной области:

$$Y_j = \frac{T_j}{\Phi_{эфj}} \,, \qquad (1.10)$$

где $Ф_{эфj}$ – эффективный годовой фонд времени работы технического средства j-го вида, час./год.

Время работы технического средства j-го вида по решению s задач, час./год:

$$T_j = \sum_{k=1}^{s} t_{kj} \times U_k \,, \qquad (1.11)$$

где $t_{кj}$ – трудоемкость однократной обработки информации по $к$-й задаче на j-м виде технических средств, часов машинного времени ($t_{кj}$=6);

$U_к$ – частота (периодичность) решения $к$-й задачи, дней /год ($U_к$ =247).

Затраты на реализацию:

$К_р$ = 22500×1×6×247/(247×8) руб. = 16875 руб.

Таким образом, суммарные затраты на разработку проекта:

$К = К_п + К_р$ = 144923,09+ 16875 руб. =161798,09 руб.

Суммарные затраты, связанные с внедрением аналога складываются из следующих затрат:

–затраты на приобретение программного продукта (37300 руб.);

–затраты по оплате услуг на установку и сопровождение продукта (12000 руб.);

–затраты на основное и вспомогательное оборудование (22500 руб.) (*предполагается, что для внедрения аналога понадобится такой же компьютер, что и для проектируемой системы*);

–затраты на подготовку пользователя (*оплата курсов повышения квалификации, командировочные расходы и пр.*) (9000 руб.).

(*Постарайтесь расписать эти статьи расходов и обосновать их*).

Итого суммарные затраты, связанные с внедрением аналога составят 80800 руб.

1.4 Расчет эксплуатационных затрат

К эксплуатационным затратам относятся затраты, связанные с обеспечением нормального функционирования проекта. Эти затраты называют также текущими затратами. Это могут быть затраты на ведение информационной базы, эксплуатацию комплекса технических средств, эксплуатацию систем программно-математического обеспечения, реализацию

технологического процесса обработки информации по задачам, эксплуатация системы в целом.

Текущие затраты рассчитываются по формуле

$$З_{тек} = З_{зП} + С_а + З_э + С_{рем} + З_м + З_н \ , \qquad (1.12)$$

где $З_{зП}$ – затраты на зарплату основную и дополнительную с отчислениями во внебюджетные фонды, руб.;

$С_а$ – амортизационные отчисления от стоимости оборудования и устройств системы, руб.;

$З_э$ – затраты на силовую энергию, руб.;

$С_{рем}$ – затраты на текущий ремонт оборудования и устройств системы, руб.;

$З_м$ – затраты на материалы и машинные носители, руб.;

$З_н$ – накладные расходы информационного отдела, руб.

Эксплуатацию разработанной системы осуществляют специалисты. Затраты на заработную плату основную и дополнительную с отчислениями на социальные нужды производственного персонала рассчитываются по формуле

$$С_{зп} = \sum_{i=1}^{m} \left(t_i З_i (1 + W_d)(1 + W_c) \right), \qquad (1.13)$$

где t_i – время эксплуатации системы i-м работником, дни;

$З_i$ – среднедневная заработная плата i-го работника, руб./день.

Данные расчета заработной платы специалистов приведены в таблицах 1.7 и 1.8.

Таблица 1.7 – Данные по заработной плате специалистов (для проекта)

Должность	**Должностной оклад, руб.**	**Средняя дневная ставка, руб./день**	**Затраты времени на эксплуатацию, человеко-дней**	**Фонд заработной платы, руб.**
Сотрудник отдела МТС	15000	714,29	40	52080,0
Программист	10000	476,19	20	17360,0
Итого (с учетом начисл.)				69440,0

$С_{зп1}$ = (40×714,29+20×476,19)×1,4×1,302 руб. = 69440,0 руб. (за год).

Таблица 1.8 – Данные по заработной плате специалистов (для продукта-аналога)

Должность	**Должностной оклад, руб.**	**Средняя дневная ставка, руб./день**	**Затраты времени на эксплуатацию, человеко-дней**	**Фонд заработной платы, руб.**
Сотрудник отдела МТС	15000	714,29	60	78120
Программист	10000	476,19	40	21706,2
Итого (с учетом начисл.)				112840

$С_{зп2}$ = (60×714,29+40×476,19)×1,4×1,302=112840,0 руб. (за год).

Сумма амортизационных отчислений рассчитывается следующим образом:

$$C_a = \sum_{j=1}^{n} \frac{C_{bj} a_j g_j t_j}{F\text{эф}_j}, \qquad (1.14)$$

где C_{bj} – балансовая стоимость j-го вида оборудования, руб.;

t_j – время работы j-го вида оборудования, час;

$F\text{эф}_j$ – эффективный фонд времени работы оборудования в год, час;

a_j – норма годовых амортизационных отчислений для j-го вида оборудования;

g_j – количество единиц оборудования j-го вида.

Эффективный фонд времени работы оборудования можно вычислить по формуле

$$F_{эф} = D_p \times \text{Н}_э, \qquad (1.15)$$

где D_p – количество рабочих дней в году. D_p = 247 (в соответствии с производственным календарём на 2013 год);

$\text{Н}_э$ – норматив среднесуточной загрузки, час./день, $\text{Н}_э$ = 8.

Таким образом, эффективный фонд времени работы оборудования составит

$F_{эф}$ =247×8=1976 час.

Данные для расчета:

a_j=0,2 (*используется ускоренная амортизация – 20-30 %*);

g_j=1;

t_j (для проекта) = (40 + 20)×8 = 480 час.;

t_j (для аналога) = (60 + 40)×8 = 800 час.;

C_{b1}=22500 руб.; C_{b2}=22500 руб.

Сумма амортизационных отчислений для проекта составит

C_{a1}=(22500×0,2×1×480)/1976 руб. = 1093,12 руб.

Сумма амортизационных отчислений для аналога составит

C_{a2}=(22500×0,2×1×800)/1976 руб. = 1821,86 руб.

Затраты на силовую энергию рассчитываются по формуле

$$\text{З}_э = \sum_{j=1}^{n} N_j t_j g_j \text{Т}_э, \qquad (1.16)$$

где N_j – установленная мощность j-го вида технических средств, кВт;

t_j – время работы j-го вида технических средств, час;

g_j – коэффициент использования установленной мощности оборудования;

$\text{Т}_э$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт ч.

В настоящее время тариф на электроэнергию на данной территории составляет 2,6 руб./кВт ч (*указать конкретно, каждый год тариф меняется для каждой территории*), установленная мощность для компьютера равна 0,4 кВт (*укажите суммарную мощность используемого оборудования*), таким образом затраты на силовую энергию для проекта составят $\text{З}_э$ = 0,4×1×480×2,6 руб. = 499,20 руб., для аналога составят $\text{З}_э$ = 0,4×1×800×2,6 руб. = 832,00 руб.

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле

$$З_{рем} = \sum_{j=1}^{n} \frac{C_{p_i} C_{b_j} T_{p_i}}{Fэф_j}, \quad (1.17)$$

где C_{pi} – норматив затрат на ремонт (C_{pi} = 0,05).

Затраты на текущий ремонт оборудования составят:

– для проекта $З_{рем1}$ = (0,05×22500×480) /1976= 273,28 руб.,

– для аналога $З_{рем2}$ = (0,05×22500×800) /1976= 455,47 руб.

Затраты на материалы, потребляемые в течение года, составляют 1 % от балансовой стоимости основного оборудования и равны 225 руб. (22500×0,01) для проекта и аналога.

Накладные расходы включают затраты на содержание административного и управленческого персонала, на содержание помещения и т.д. Норматив накладных расходов составляет 20 % от прямых затрат, включающих первые пять статей затрат, представленных в таблице 1.9.

Накладные расходы для проекта:

$З_{н1}$ = (69440,00+1093,12+499,20 +273,28+225)×0,2 = 14306,12 руб.

Накладные расходы для аналога:

$З_{н2}$ = (112840,00+1821,86+832,00+455,47+225)×0,2 = 23234,87 руб.

Таблица 1.9 – Годовые эксплуатационные затраты

Статьи затрат	Затраты на проект, руб.	Затраты на аналог, руб.
Основная и дополнительная зарплата с отчислениями во	69440,00	112840,00
Амортизационные отчисления	1093,12	1821,86
Затраты на электроэнергию	499,20	832,00
Затраты на текущий ремонт	273,28	455,47
Затраты на материалы	225,00	225,00
Накладные расходы	14306,12	23234,87
Итого	85836,72	139409,19

1.5 Расчет показателей экономической эффективности

Оценка экономической эффективности вариантов проектных решений элементов АИС основывается на расчете показателей сравнительной экономической эффективности капитальных вложений. Годовой экономический эффект от использования разрабатываемой системы определяется по разности приведенных затрат на базовый (аналог) и новый (проектируемый) варианты в расчете на годовой объем выпуска:

$$Э=(З_1 \times A_k - З_2) \times N, \quad (1.18)$$

где $З_1$,$З_2$ – приведенные затраты на единицу работ, выполняемых с помощью базового и проектируемого вариантов процесса обработки информации, руб.;

A_k – коэффициент эксплуатационно-технической эквивалентности, или технического уровня, A_k = 1,60 (формула (1.3));

N – объем работ, выполняемых с помощью разрабатываемого продукта (примем равным 1).

Приведенные затраты $З_i$ на единицу работ, выполняемых по базовому и разрабатываемому вариантам, рассчитываются по формуле

$$З_i = C_i + E_н \times K_i, \quad (1.19)$$

где C_i – себестоимость (текущие эксплуатационные затраты единицы работ), руб.;

$E_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности ($E_н$ =0,33);

K_i – суммарные затраты, связанные с внедрением нового проекта.

Затраты на единицу работ по аналогу:

$$З_1 = 139409{,}19 + 0{,}33 \times 80800 = 166073{,}19 \text{ руб.}$$

Затраты на единицу работ по проекту:

$$З_2 = 85836{,}72 + 0{,}33 \times 161798{,}09 = 139230{,}08 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от использования разрабатываемой системы:

$$Э = 166073{,}19 \times 1{,}60 - 139230{,}08 = 126757{,}06 \text{ руб.}$$

Сводные данные по расчету экономического эффекта приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Экономический эффект

Характеристика	**Значение**	
	продукт-аналог	**разрабатываемый продукт**
Себестоимость (текущие эксплуатационные затраты), руб.	139409,19	85836,72
Суммарные затраты, связанные с внедрением проекта, руб.	80800,00	161798,09
Приведенные затраты на единицу работ, руб.	166073,19	139230,08
Экономический эффект от использования разрабатываемой системы, руб.	126757,06	

После определения годового экономического эффекта необходимо рассчитать срок окупаемости затрат на разработку продукта по формуле

$$Т_{ок} = К/Э. \quad (1.20)$$

Срок окупаемости составит: $Т_{ок}$ =161798,09 /126757,06 = 1,28 года.

Затем рассчитаем фактический коэффициент экономической эффективности разработки ($E_ф$) и сопоставим его с нормативным значением коэффициента эффективности капитальных вложений $E_н$ =0,33:

$$E_ф = 1/Т_{ок.} = 1/1{,}28 = 0{,}78. \quad (1.21)$$

Фактический коэффициент экономической эффективности разработки получился больше, чем нормативный, поэтому разработка и внедрение разрабатываемого продукта является эффективной.

Таким образом, в ходе проделанной работы найдены все необходимые данные, доказывающие целесообразность и эффективность данной разработки. Приведем эти данные в сводной таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Результаты экономического обоснования проекта

Характеристика проекта	Значение
Затраты на разработку и внедрение проекта, руб.	161798,09
Общие эксплуатационные затраты, руб.	85836,72
Экономический эффект, руб.	126757,06
Коэффициент экономической эффективности	0,78
Срок окупаемости, лет	1,28

В предлагаемых методических указаниях приведен расчет для модельных условий. В каждом конкретном случае следует учесть конкретные обстоятельства и сроки выполнения работы, действующие цены и нормативы.

Задание

1. Выбрав инструментальную среду программирования, автоматизировать весь расчетный процесс технико-экономического обоснования, создав удобный пользовательский интерфейс, позволяющий проводить параметрические исследования.

2. Обратить особое внимание на то, чтобы значения для каждого входного данного для расчета ТЭО вводились в программе только один раз. Все используемые коэффициенты вводить в формулы не константами, а переменными, включив их в список входных данных.

В календарном графике работ (таблица 1.3) в качестве временных исходных данных вводить только дату начала работы.

3. Весь расчетный процесс предлагается разбить на пять расчетных блоков:

1) расчет КТУ;
2) расчет план-графика работ;
3) расчет затрат на разработку проекта и внедрение аналога;
4) расчет эксплуатационных затрат;
5) расчет показателей экономической эффективности.

4. Изменяя входные данные, проанализировать степень их влияния на итоговые результаты (табл. 1.11).

ЧАСТЬ 2.
КОНСТРУКТИВНАЯ МОДЕЛЬ СТОИМОСТИ СОСОМО

Цель работы: изучить алгоритмы различных уровней конструктивных моделей Б. Боэма и автоматизировать процесс расчета экономических показателей проекта по разработке программного продукта.

2.1. СОСОМО

СОСОМО (Constructive Cost Model) – это конструктивная модель стоимости, разработанная в начале 80-х годов Барри Боэмом для оценки трудоемкости разработки программных продуктов[1]. Она основана на статистическом анализе фактических данных по выполнению 63 проектов в компании TRW Aerospace, где Барри Боэм был директором отдела исследований программного обеспечения и технологий. Анализировались проекты объемом от 2 до 100 тысяч строк кода, на языках программирования от ассемблеров до высокоуровневого языка PL/1, основанные на каскадной модели жизненного цикла разработки ПО.

Модель состоит из иерархии трех последовательно детализируемых и уточняемых уровней [3]. На каждом уровне все проекты разбиваются на три группы по уровню сложности:

1) распространенный тип (organic projects);
2) встроенный тип (embedded projects);
3) полунезависимый тип (semidetached projects).

Распространенный тип характеризуется тем, что проект выполняется небольшой группой специалистов, имеющих опыт в создании подобных изделий и опыт применения технологических средств. Условия работы стабильны, и изделие имеет относительно невысокую сложность.

Встроенный тип характеризуется очень жесткими требованиями на программный продукт, интерфейсы, параметры ЭВМ. Как правило, у таких изделий высокая степень новизны и планирование работ осуществляется при недостаточной информации, как о самом изделии, так и об условиях работы. Встроенный проект требует больших затрат на изменения и исправления.

Полунезависимый тип занимает промежуточное положение между распространенным и встроенным – это проекты средней сложности. Исполнители знакомы лишь с некоторыми характеристиками (или компонентами) создаваемой системы, имеют средний опыт работы с подобными изделиями, изделие имеет элемент новизны. Только часть требований к изделию жестко фиксируется, в остальном разработки имеют степени выбора.

Тип той или иной группы можно рассматривать как один из параметров модели СОСОМО.

---

[1] Опубликована в книге *Barry Boehm. Software Engineering Economics* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1981).

Рассмотрим уровни модели.

2.1.1 Базовый уровень (Basic COCOMO)

Модель этого уровня – двухпараметрическая. В качестве параметров выступают тип проекта и объем программы (число строк кода).

Уравнения базового уровня модели имеют вид:

$$PM = a_i \times (SIZE)^{b_i},$$
$$TM = c_i \times (PM)^{d_i},$$

где

PM (People×Month) – трудоемкость (чел.×мес.);

TM (Time at Month) – время разработки в календарных месяцах;

SIZE – объем программного продукта в тысячах строк исходного текста (Kilo of Source Line of Code – *KSLOC*).

Коэффициенты a_i, b_i, c_i и d_i выбираются из табл. 2.1.

Таблица 2.1. Значения коэффициентов базовой уровня модели COCOMO в зависимости от типа проекта

Тип проекта	***a***	***b***	***c***	***d***
Распространенный	2,4	1,05	2,5	0,38
Полунезависимый	3,0	1,12	2,5	0,35
Встроенный	3,6	1,20	2,5	0,32

Модель этого уровня подходит для ранней быстрой приблизительной оценки затрат, но точность её весьма низка, т.к. не учитываются такие факторы, как квалификация персонала, характеристики оборудования, опыт применения современных методов разработки программного обеспечения и современных инструментальных сред разработки и др.

2.1.2 Промежуточный уровень (Intermediate COCOMO)

На этом уровне базовая модель уточнена за счет ввода дополнительных 15 «атрибутов стоимости» (или факторов затрат) *Cost Drivers* (CD_k), которые сгруппированы по четырем категориям:

- **Характеристики продукта (Product Attributes):**
  - Требуемая надежность ПО (Required Software Reliability);
  - Размер БД приложения (Size of Application Database);
  - Сложность продукта (Complexity of the Product);
- **Характеристики аппаратного обеспечения (Hardware Attributes):**
  - Ограничения быстродействия при выполнении программы (Run-Time Performance Constraints);
  - Ограничения памяти (Memory Constraints);
  - Неустойчивость окружения виртуальной машины (Volatility of the Virtual Machine Environment);
  - Требуемое время восстановления (Required Turnabout Time);

- **Характеристики персонала (Personnel Attributes):**
  - Аналитические способности (Analyst Capability);
  - Способности к разработке ПО (Software Engineer Capability);
  - Опыт разработки (Applications Experience);
  - Опыт использования виртуальных машин (Virtual Machine Experience);
  - Опыт разработки на языках программирования (Programming Language Experience);
- **Характеристики проекта (Project Attributes):**
  - Использование инструментария разработки ПО (Use of Software Tools);
  - Применение методов разработки ПО (Application of Software Engineering Methods);
  - Требования соблюдения графика разработки (Required Development Schedule).

Значения каждого атрибута выбирается из табл. 2.2 в соответствии с его степенью значимости (рейтингом) в конкретном проекте.

Таблица 2.2. Значения атрибутов стоимости в зависимости от их уровня

Атрибуты стоимости, CD_k	**Рейтинг**					
	Очень низкий	**Низкий**	**Средний**	**Высокий**	**Очень высокий**	**Критический**
Характеристики продукта						
1. Требуемая надежность ПО	0,75	0,88	1,00	1,15	1,40	n/a
2. Размер БД приложения	n/a	0,94	1,00	1,08	1,16	n/a
3. Сложность продукта	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,65
Характеристики аппаратного обеспечения						
4. Ограничения быстродействия при выполнении программы	n/a	n/a	1,00	1,11	1,30	1,66
5. Ограничения памяти	n/a	n/a	1,00	1,06	1,21	1,56
6. Неустойчивость окружения виртуальной машины	n/a	0,87	1,00	1,15	1,30	n/a
7. Требуемое время восстановления	n/a	0,87	1,00	1,07	1,15	n/a
Характеристики персонала						
8. Аналитические способности	1,46	1,19	1,00	0,86	0,71	n/a
9. Опыт разработки	1,29	1,13	1,00	0,91	0,82	n/a
10. Способности к разработке ПО	1,42	1,17	1,00	0,86	0,70	n/a
11. Опыт использования виртуальных машин	1,21	1,10	1,00	0,90	n/a	n/a
12. Опыт разработки на языках программирования	1,14	1,07	1,00	0,95	n/a	n/a
Характеристики проекта						
13. Применение методов разработки ПО	1,24	1,10	1,00	0,91	0,82	n/a

14. Использование инструментария разработки ПО	1,24	1,10	1,00	0,91	0,83	n/a
15. Требования соблюдения графика разработки	1,23	1,08	1,00	1,04	1,10	n/a

Примечание: n/a (not available) – данные отсутствуют, т.е. соответствующий уровень не оценивается

Формула промежуточного уровня модели имеет вид

$$PM = EAF \times a_i \times (SIZE)^{b_i},$$

где PM – трудоемкость (чел.×мес.);

$SIZE$ – объем программного продукта в тысячах строк исходного текста (Kilo of Source Line of Code – *KSLOC*).

EAF (Effort Adjustment Factor) – произведение выбранных атрибутов стоимости из табл. 2: $EAF = \prod_{k=1}^{15} CD_k$.

Коэффициенты модели a_i и b_i выбираются из табл. 2.3.

Таблица 2.3. Значения коэффициентов промежуточного уровня модели COCOMO в зависимости от типа проекта

Тип проекта, *i*	a_i	b_i
1. Распространенный	3,2	1,05
2. Полунезависимый	3,0	1,12
3. Встроенный	2,8	1,20

Время разработки рассчитывается по той же формуле, что и для базовой модели.

2.1.3 Детальный уровень (Advanced COCOMO)

Повышает точность оценки за счет иерархической декомпозиции создаваемого ПО и учета стоимостных факторов на каждом уровне иерархии и по фазам работ (здесь не рассматривается).

2.2. COCOMO II

В 1997 методика была усовершенствована и получила название COCOMO II. Калибровка параметров производилась уже по 161 проекту разработки ПО.

Различаются две стадии оценки проекта: *предварительная* оценка на начальной фазе (Early Design) и *детальная* оценка после проработки архитектуры (Post Architecture).

Формула оценки трудоемкости проекта в чел.×мес. имеет вид:

$$PM = EAF \times A \times (SIZE)^E,$$

где $E = B + 0{,}01 \times \sum_{j=1}^{5} SF_j$;

$\boldsymbol{B}$ = 0,91; $\boldsymbol{A}$ = 2,94 для предварительной оценки; $\boldsymbol{A}$ = 2,45 для детальной оценки[1];

$\boldsymbol{SF_j}$ – факторы масштаба (Scale Factors) (табл. 5);

$\boldsymbol{SIZE}$ – объем программного продукта в тысячах строк исходного текста (KSLOC – Kilo of Source Line of Code);

$\boldsymbol{EM_j}$ – множители трудоемкости[2] (Effort Multiplier). $\boldsymbol{n}$=7 – для предварительной оценки (табл. 6), $\boldsymbol{n}$=17 – для детальной оценки (табл. 7);

$\boldsymbol{EAF}$ (Effort Adjustment Factor) – произведение выбранных множителей трудоемкости: $\boldsymbol{EAF} = \prod_{k=1}^{n} \boldsymbol{EM_k}$.

2.2.1 Факторы масштаба (Scale Factors)

В методике COCOMO II используются пять факторов масштаба SF_j, описание которых приведено в табл.4.

Таблица 4. Описание уровней значимости факторов масштаба

SF_j	Описание	Уровень значимости фактора					
		Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий	Критический
1. PREC. Precedentedness.	Прецедентность, наличие опыта аналогичных разработок	опыт в продукте и платформе отсутствует	продукт и платформа не много знакомы	некоторый опыт в продукте и платформе присутствует	продукт и платформа в основном известны	продукт и платформа в большой степени знакомы	продукт и платформа полностью знакомы
2. FLEX. Development Flexibility	Гибкость процесса разработки	процесс строго детерминирован	допускаются некоторые компромиссы	значительная жесткость процесса	относительная жесткость процесса	незначительная жесткость процесса	определены только общие цели
3. RESL. Architecture / Risk Resolution	Архитектура и разрешение рисков	риски известны / проанализированы на 20%	риски известны / проанализированы на 40%	риски известны / проанализированы на 60%	риски известны / проанализированы на 75%	риски известны / проанализированы на 90%	риски разрешены на 100%

[1] Приведены параметры модели COCOMO II.2000 (Version 2.1). Источник: COCOMOII: Model Definition Manual. – USC, Center for Software Engineering. – URL: http://csse.usc.edu/csse/TECHRPTS/2000/usccse2000-500/usccse2000-500.pdf

[2] Иное название: Cost Driver (CD) – атрибут стоимости (фактор затрат).

4. TEAM. Team Cohesion	Сработанность команды	формальные взаимодействия	тяжелое взаимодействие до некоторой степени	чаще всего коллективная работа	в основном коллективная работа	высокая степень взаимодействия	полное доверие, взаимозаменяемость и взаимопомощь
5. PMAT. Process Maturity	Зрелость процессов	CMM Уровень 1 (ниже среднего)	CMM Уровень 1 (выше среднего)	CMM Уровень 2	CMM Уровень 3	CMM Уровень 4	CMM Level 5

Примечание. CMM (Capability Maturity Model) — пятиуровневая модель зрелости возможностей компании-разработчика ПО, предложенная SEI (Software Engineering Institute, США).

Эти факторы применяются **на обеих стадиях оценки** проекта.

Числовые значения фактора масштаба в зависимости от оценки его уровня, приведены в таблице 5.

Таблица 5. Значение фактора масштаба в зависимости от оценки его уровня

Фактор масштаба, SF_j	**Оценка уровня фактора**					
	Very Low	**Low**	**Nominal**	**High**	**Very High**	**Extra High**
1. PREC	6,20	4,96	3,72	2,48	1,24	0,00
2. FLEX	5,07	4,05	3,04	2,03	1,01	0,00
3. RESL	7,07	5,65	4,24	2,83	1,41	0,00
4. TEAM	5,48	4,38	3,29	2,19	1,10	0,00
5. PMAT	7,80	6,24	4,68	3,12	1,56	0,00

2.2.2 Множители трудоемкости (Effort Multipliers)

Количество и значения множителей трудоёмкости отличаются для разных стадий оценки проекта.

1. Стадия **предварительной оценки трудоемкости программного проекта (Early Design)**. Для этой оценки необходимо оценить для проекта уровень **семи множителей** трудоемкости EM_j:

– параметры персонала:

1. PERS (Personnel Capability) – квалификация персонала (Extra Low – аналитики и программисты имеют низшую квалификацию, текучесть больше 45%; Extra High – аналитики и программисты имеют высшую квалификацию, текучесть меньше 4%);

2. PREX (Personnel Experience) – опыт персонала (Extra Low – новое приложение, инструменты и платформа; Extra High – приложение, инструменты и платформа хорошо известны);

– параметры продукта:

3. RCPX (Product Reliability and Complexity) – сложность и надежность продукта (Extra Low – продукт простой, специальных требований по

надежности нет, БД маленькая, документация не требуется; Extra High – продукт очень сложный, требования по надежности жесткие, БД сверхбольшая, документация требуется в полном объеме);

4. RUSE (Developed for Reusability) – разработка для повторного использования (Low – не требуется; Extra High – предполагается переиспользование в других продуктах);

– параметры платформы:

5. PDIF (Platform Difficulty) – сложность платформы разработки (Extra Low – специальные ограничения по памяти и быстродействию отсутствуют, платформа стабильна; Extra High – жесткие ограничения по памяти и быстродействию, платформа нестабильна);

– параметры проекта:

6. FCIL (Facilities)– оборудование (Extra Low – инструменты простейшие, коммуникации затруднены; Extra High – интегрированные средства поддержки жизненного цикла, интерактивные мультимедиа коммуникации);

7. SCED (Required Development Schedule) – требуемое выполнение графика работ (Very Low – 75% от номинальной длительности; Very High – 160% от номинальной длительности).

Значения множителей трудоемкости в зависимости от их уровня приведены в табл. 6.

Таблица 6. Значения множителей трудоемкости в зависимости от оценки их уровня (Early Design)

№	Множитель трудоёмкости, EM_i	Оценка уровня множителя трудоемкости						
		Extra Low	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
1	PERS	2,12	1,62	1,26	1,00	0,83	0,63	0,50
2	PREX	1,59	1,33	1,22	1,00	0,87	0,74	0,62
3	RCPX	0,49	0,60	0,83	1,00	1,33	1,91	2,72
4	RUSE	n/a	n/a	0,95	1,00	1,07	1,15	1,24
5	PDIF	n/a	n/a	0,87	1,00	1,29	1,81	2,61
6	FCIL	1,43	1,30	1,10	1,00	0,87	0,73	0,62
7	SCED	n/a	1,43	1,14	1,00	1,00	n/a	n/a

Примечание: n/a (not available) – данные отсутствуют, т.е. соответствующий уровень не оценивается

2. Стадия **детальной оценки после проработки архитектуры (Post Architecture)**. Для этой оценки необходимо оценить для проекта уровень **семнадцати множителей** трудоемкости EM_j:

– параметры персонала:

1) Analyst Capability (ACAP) – возможности аналитика;
2) Applications Experience (AEXP) – опыт разработки приложений;
3) Programmer Capability (PCAP) – возможности программиста;
4) Personnel Continuity (PCON) – продолжительность работы персонала;
5) Platform Experience (PEXP) –опыт работы с платформой;

6) Language and Tool Experience (LTEX) – опыт использования языка программирования и инструментальных средств.

– параметры продукта:

7) Required Software Reliability (RELY) – требуемая надежность программы;

8) Database Size (DATA) – размер базы данных;

9) Software Product Complexity (CPLX) – сложность программы;

10) Required Reusability (RUSE) – требуемая возможность многократного использования;

11) Documentation Match to Life-Cycle Needs (DOCU) – соответствие документации потребностям жизненного цикла.

– параметры платформы:

12) Execution Time Constraint (TIME) – ограничения времени выполнения;

13) Main Storage Constraint (STOR) – ограничения памяти;

14) Platform Volatility (PVOL) – изменяемость платформы.

– параметры проекта:

15) Use of Software Tools (TOOL) – использование инструментальных программных средств;

16) Multisite Development (SITE) – многоабонентская (удаленная) разработка;

17) Required Development Schedule (SCED) – требуемое выполнение графика работ.

Значения множителей трудоемкости в зависимости от их уровня приведены в табл. 7.

Таблица 7. Значения множителей трудоемкости в зависимости от оценки их уровня (Post Architecture)

№	Effort Multiplier, EM_J		Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
	Personnel Factors							
1	ACAP	Analyst Capability	1,42	1,29	1,00	0,85	0,71	n/a
2	AEXP	Applications Experience	1,22	1,10	1,00	0,88	0,81	n/a
3	PCAP	Programmer Capability	1,34	1,15	1,00	0,88	0,76	n/a
4	PCON	Personnel Continuity	1,29	1,12	1,00	0,90	0,81	n/a
5	PEXP	Platform Experience	1,19	1,09	1,00	0,91	0,85	n/a
6	LTEX	Language and Tool Experience	1,20	1,09	1,00	0,91	0,84	n/a
	Product Factors							
7	RELY	Required Software Reliability	0,84	0,92	1,00	1,10	1,26	n/a
8	DATA	Database Size	n/a	0,23	1,00	1,14	1,28	n/a
9	CPLX	Software Product Complexity	0,73	0,87	1,00	1,17	1,34	1,74
10	RUSE	Required Reusability	n/a	0,95	1,00	1,07	1,15	1,24
11	DOCU	Documentation Match to Life-	0,81	0,91	1,00	1,11	1,23	n/a

		Cycle Needs						
	Platform Factors							
12	TIME	Execution Time Constraint	n/a	n/a	1,00	1,11	1,29	1,63
13	STOR	Main Storage Constraint	n/a	n/a	1,00	1,05	1,17	1,46
14	PVOL	Platform Volatility	n/a	0,87	1,00	1,15	1,30	n/a
	Project Factors							
15	TOOL	Use of Software Tools	1,17	1,09	1,00	0,90	0,78	n/a
17	SITE	Multisite Development	1,22	1,09	1,00	0,93	0,86	0,80
16	SCED	Required Development Schedule	1,43	1,14	1,00	1,00	1,00	n/a

Примечание: n/a (not available) – данные отсутствуют, т.е. соответствующий уровень не оценивается

2.2.3 Оценка длительности проекта

Время разработки проекта ***TM*** в методике COCOMO II для обоих уровней рассчитывается по формуле:

$$TM = SCED \times C \times (PM_{NS})^{D+0,2\times(E-B)},$$

где $C = 3,67$; $D = 0,28$;

PM_{NS} – рассчитанная трудоемкость проекта без учета множителя *SCED*, определяющего сжатие расписания.

Остальные параметры определены выше.

Задание

1. Используя выбранную инструментальную среду разработки, создать программное приложение «Калькулятор COCOMO» для расчета трудоёмкости и сроков разработки программного продукта на основе различных конструктивных моделей стоимости COCOMO с удобным пользовательским интерфейсом.

2. Исследовать влияние объема программного кода (*SIZE*) на трудоемкость (*PM*) и время разработки проекта (*TM*) для разных уровней и версий COCOMO.

2. Получить значения *PM* и *TM* по всем моделям для одного и того же значения параметра *SIZE*, выбрав номинальный (средний) уровень сложности проекта. Повторить расчет для простого проекта и проекта, имеющего высокую степень новизны.

3. Результаты исследований оформить графически.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соммервилл, Иан. Инженерия программного обеспечения, 6-е изд. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 624 с.

2. Миньков С.Л. Разработка и применение ППП в экономике: Учебное пособие. – Томск: ТМЦДО, 2012. – 231 с.

3. Полетайкин А.Н. Социальные и экономические информационные - системы: законы функционирования и принципы построения : Учеб. пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2016. – 241 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Пример автоматизации расчета COCOMO. Интерфейс онлайн-калькулятора

Copyright © 2008 Ray Madachy (Naval Postgraduate School)

На сайте Центра системного и программного инжиниринга Университета Южной Каролины (США) (USC Center for Systems and Software Engineering) можно посмотреть интерфейс интернет-калькулятора **COCOMO Suite of Constructive Cost Models** (http://csse.usc.edu/tools/COCOMOSuite.php).

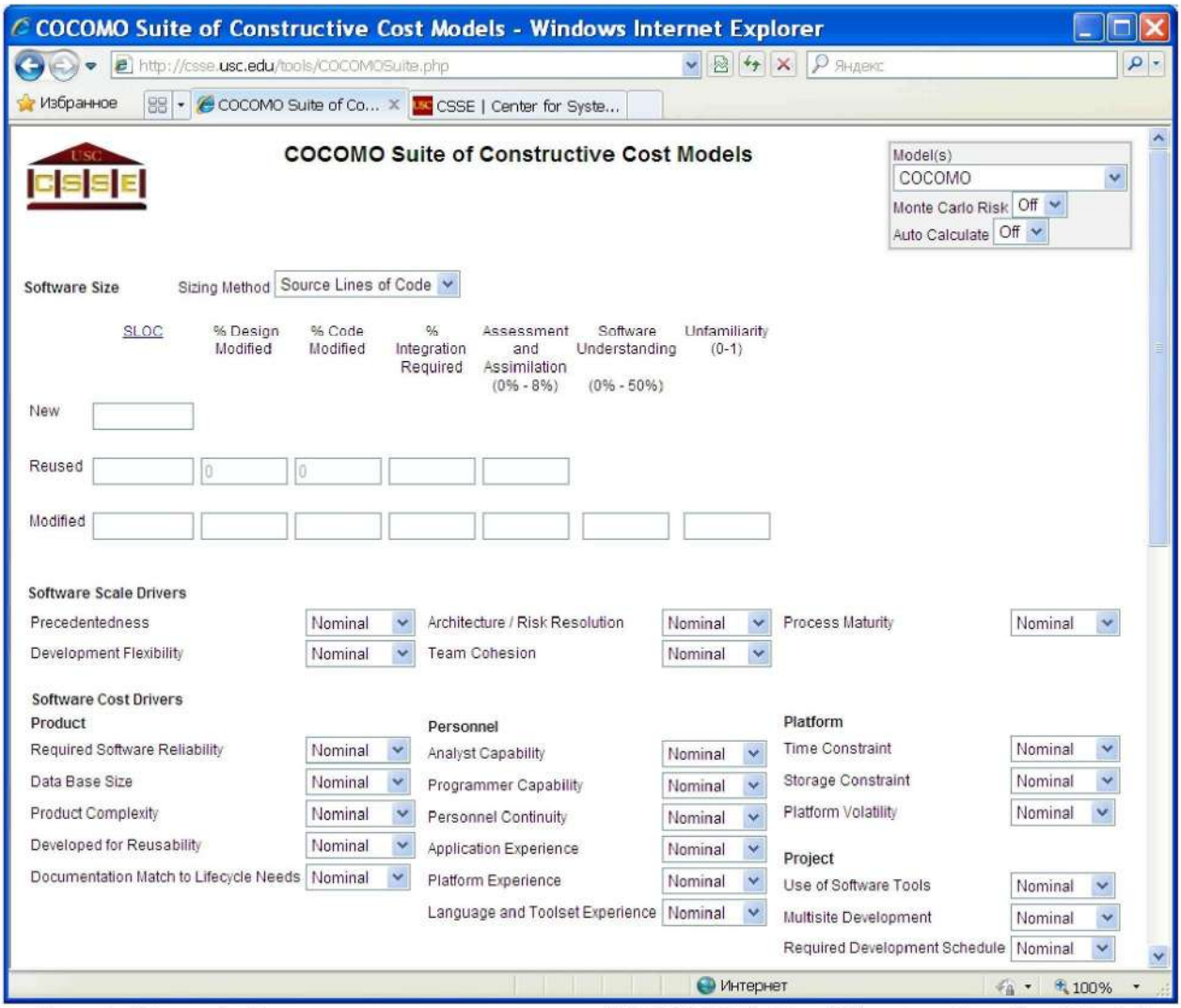
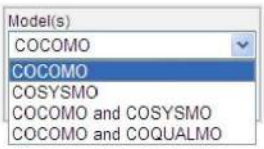


Рис. 1. Интерфейс интернет-калькулятора «COCOMO Suite of Constructive Cost Models»

В правом верхнем углу расположено окно выбора модели.



Здесь:

COSYSMO – Constructive Systems Engineering Cost Model, COQUALMO – Constructive Quality Model.

На сайте http://csse.usc.edu/csse/tools/ находятся ссылки на другие программные продукты по расчету моделей COCOMO, разработанные в USC CSSE.

Особенности выполнения и защиты контрольной работы

Выполнение контрольной работы включает следующие этапы:

Номер этапа	Наименование этапа	Неделя выполнения
1	Выбор разрабатываемого программного продукта и аналогичного ему программного средства, утверждение индивидуального задания на выполнение контрольной работы	1 – 2
2	Выбор инструментального средства для автоматизации расчетного процесса технико-экономического обоснования проекта	2
3	Оценка конкурентоспособности проекта в сравнении с выбранным аналогом	3
4	Планирование комплекса работ по разработке темы и оценка трудоемкости	4
5	Расчет затрат на разработку проекта	5 – 6
6	Расчет эксплуатационных затрат	6 – 7
7	Расчет показателей экономической эффективности	7 – 8
8	Выбор инструментального средства разработки приложения «Калькулятор СОСОМО»	9 – 10
9	Разработка приложения «Калькулятор СОСОМО»	10 – 13
10	Проведение расчетов трудоёмкости и сроков разработки программного продукта	13 – 14
11	Исследование влияния объема программного кода на трудоемкость и время разработки проекта	14
12	Сдача на проверку и защита курсовой работы	15 – 16

Утверждение индивидуального задания производится в первые две недели работы над курсом. Студент заполняет бланк индивидуального задания (см. приложение) и направляет его на утверждение преподавателю посредством электронной почты или коммуникатора Skype. Преподаватель вправе скорректировать индивидуальное задание по своему усмотрению. После получения утвержденного индивидуального задания (с подписью преподавателя) студент может приступать к выполнению контрольной работы.

К защите допускается контрольная работа, выполненная в соответствии с утвержденным индивидуальным заданием и настоящими методическими указаниями. Защита контрольной работы проводится с применением средств электронного взаимодействия (Skype, платформа проведения вебинаров) после проверки текста контрольной работы преподавателем. Очередность прохождения защиты студентами и конкретные даты защит устанавливается руководителем и согласовываются со студентами.

В результате успешной защиты студенту выставляется оценка «зачтено».

Индивидуальные данные для выполнения контрольной работы

Исходные данные выбираются из таблицы согласно последним двум цифрам пароля студента к порталу СДО и заносятся в соответствующие графы листа задания. В качестве исследуемого программного продукта выбрать любую разработанную студентом ранее компьютерную программу, либо программу, которую студент планирует разработать в процессе работы над другими учебными дисциплинами или/и выпускной квалификационной работой. В качестве аналога выбрать любой аналогичный по назначению проприетарный или свободно распространяемый программный продукт.

Две последние цифры пароля	Длительность проекта, дней	Стоимость одного часа машинного времени, руб.	Затраты на подготовку пользователей, тыс. руб.	Оборудование, необходимое для разработки продукта (PC – компьютер, MF – Flash Memory)	Материалы, необходимое для разработки продукта (Бум. – пачка бумаги, DVD – диск)		Тип проекта (Р – распространенный, П – полунезависимый, В – встроенный)	Объем кода проекта, тыс. строк	Уровни атрибутов* (EL – Экстра низкий, VL – Очень низкий, L – Низкий, N – Номинальный, A – Средний, H – Высокий, VH – Очень высокий, EH – Экстра высокий					
					Бум.	DVD			Prd	HW	Per	Prg	SF	EM
00	78	67,8	33,5	2 PC	1	8	P	11,5	L	Cr	VL	VL	VH	VL
01	139	93,8	32,3	PC, MF	1	10	П	10,8	H	VL	VH	H	VL	EL
02	52	52,8	17,8	2 PC, MF	1	6	B	6,9	A	VH	A	A	Cr	VL
03	103	54,5	32,2	PC	3	4	P	3,2	VL	A	A	VH	Cr	H
04	93	80,2	18,2	PC	2	2	П	2,6	H	VL	L	L	VL	N
05	66	84,6	26,9	2 PC	2	2	B	5,4	Cr	VH	A	Cr	A	EL
06	136	85,7	25,8	PC	1	3	P	8,2	H	VL	L	A	Cr	L
07	136	57,2	31,2	PC	1	3	П	5,3	L	VL	VH	H	A	N
08	88	65,2	26,7	PC	3	10	B	9,5	VL	H	H	Cr	Cr	L
09	169	36,8	24,1	PC	1	11	P	10,1	Cr	VH	A	Cr	A	L
10	76	33,0	19,8	PC, MF	1	10	П	5,5	H	A	Cr	VH	VH	VH
11	53	44,1	37,8	PC	3	2	B	7,8	L	Cr	VH	A	A	EH
12	143	61,0	23,9	2 PC	3	2	P	11,9	VL	VH	VH	VL	A	EL
13	171	78,6	28,3	PC	3	5	П	8,0	L	H	H	A	VL	L
14	86	84,1	14,3	PC	4	6	B	6,3	L	VH	VH	H	A	VL
15	70	43,2	17,5	2 PC	2	2	P	4,8	VL	Cr	L	L	Cr	VL
16	54	62,2	20,0	2 PC, MF	2	9	П	7,8	A	Cr	L	A	A	EH
17	89	61,2	23,2	PC	1	2	B	10,2	H	VH	H	A	VL	EH
18	143	75,7	21,3	2 PC	4	11	P	6,3	H	VL	Cr	Cr	VL	H
19	85	44,2	19,2	PC, MF	1	1	П	6,7	A	Cr	A	L	VL	VL
20	169	39,2	26,4	2 PC, MF	2	9	B	11,2	L	VH	A	VH	L	VH
21	137	54,9	39,9	PC	3	1	P	5,9	H	H	Cr	Cr	VH	VL
22	164	72,1	23,1	PC	1	3	П	4,4	VH	H	H	H	VH	EL
23	95	92,9	35,4	2 PC	3	5	B	7,1	H	VH	VL	A	L	EL
24	79	67,3	12,9	PC	3	9	P	3,9	Cr	VH	A	VH	L	H
25	165	31,0	18,7	PC	3	7	П	2,3	Cr	Cr	VL	Cr	VL	EL
26	90	46,0	40,9	PC	3	4	B	4,4	A	A	H	VH	Cr	EH

Две последние цифры пароля	Длительность проекта, дней	Стоимость одного часа машинного времени, руб.	Затраты на подготовку пользователей, тыс. руб.	Оборудование, необходимое для разработки продукта (PC – компьютер, MF – Flash Memory)	Материалы, необходимое для разработки продукта (Бум. – пачка бумаги, DVD – диск)		Тип проекта (Р – распространенный, П – полунезависимый, В – встроенный)	Объем кода проекта, тыс. строк	Уровни атрибутов* (EL – Экстра низкий, VL – Очень низкий, L – Низкий, N – Номинальный, A – Средний, H – Высокий, VH – Очень высокий, EH – Экстра высокий					
					Бум.	DVD			Prd	HW	Per	Prg	SF	EM
27	69	56,6	24,7	PC	2	8	Р	10,3	Cr	VL	Cr	VH	A	VL
28	108	72,8	22,2	PC, MF	3	9	П	9,8	Cr	L	A	VL	H	N
29	109	56,9	35,3	PC	4	7	В	8,2	VL	H	H	Cr	VL	VH
30	111	73,8	35,1	2 PC	3	7	Р	5,2	A	H	Cr	VH	Cr	L
31	113	78,0	38,2	PC	1	7	П	5,2	Cr	H	VH	A	VH	VH
32	134	42,8	13,6	PC	1	7	В	11,8	VL	L	Cr	VH	H	H
33	97	89,1	12,1	2 PC	2	9	Р	2,9	H	Cr	A	Cr	Cr	H
34	50	89,8	15,4	2 PC, MF	4	1	П	2,2	Cr	VH	Cr	A	L	VL
35	172	95,7	17,9	PC	3	9	В	9,2	VL	Cr	H	L	VH	EL
36	126	42,6	18,5	2 PC	2	6	Р	9,7	A	Cr	VL	L	A	VL
37	113	54,9	28,5	PC, MF	2	2	П	8,2	L	L	H	VL	A	VH
38	59	96,5	21,3	2 PC, MF	2	9	В	3,1	A	A	VL	L	VH	VH
39	90	71,1	21,6	PC	1	11	Р	9,7	A	VL	H	H	H	VH
40	154	95,3	23,4	PC	2	6	П	2,5	Cr	L	VL	VL	Cr	EL
41	56	44,8	18,1	2 PC	4	4	В	10,2	L	Cr	A	A	Cr	EH
42	138	52,1	20,4	PC	3	10	Р	4,0	VH	L	VH	Cr	H	VH
43	170	80,1	33,3	PC	2	2	П	10,5	A	VH	A	Cr	A	EH
44	78	73,9	16,9	PC	3	3	В	9,2	H	A	VL	L	A	VL
45	118	83,3	26,7	PC	1	4	Р	11,2	L	A	VH	VH	L	VH
46	68	45,8	15,9	PC, MF	3	5	П	7,2	VH	A	Cr	A	VL	VL
47	69	74,6	28,4	PC	4	5	В	3,2	VH	L	VH	Cr	L	L
48	63	39,7	18,7	2 PC	3	2	Р	9,3	H	VH	L	H	VL	VH
49	119	36,2	29,8	PC	1	7	П	3,2	Cr	L	L	Cr	A	L
50	123	54,1	34,2	PC	4	6	В	2,7	L	L	H	A	A	EL
51	107	74,8	14,3	2 PC	3	6	Р	5,3	L	VL	VH	L	Cr	L
52	141	79,6	32,8	2 PC, MF	4	2	П	6,4	VH	H	VL	A	L	N
53	147	36,2	41,5	PC	2	3	В	7,6	VL	A	Cr	L	VH	N
54	89	31,1	41,5	2 PC	1	4	Р	10,7	H	Cr	H	H	H	VH
55	83	72,6	42,6	PC, MF	4	6	П	8,9	VL	VL	A	L	VL	VH
56	58	90,5	29,4	2 PC, MF	4	2	В	9,1	VL	L	VH	VL	L	N
57	60	92,2	24,6	PC	3	2	Р	2,1	Cr	Cr	Cr	H	VL	N
58	95	51,2	35,6	PC	3	2	П	11,3	A	H	Cr	Cr	VH	VL
59	56	42,2	26,8	2 PC	1	8	В	9,0	VH	H	VH	VH	VH	VL
60	120	39,2	14,7	PC	4	11	Р	3,7	L	VL	H	H	VL	VH
61	85	70,6	15,5	PC	3	8	П	7,1	VL	Cr	H	L	VH	VH
62	97	58,8	39,0	PC	4	2	В	3,3	Cr	H	VL	VH	Cr	L
63	51	58,1	37,7	PC	1	10	Р	8,1	A	A	L	Cr	A	H
64	132	93,2	31,9	PC, MF	2	6	П	3,0	VH	VL	VH	VL	L	EL

Две последние цифры пароля	Длительность проекта, дней	Стоимость одного часа машинного времени, руб.	Затраты на подготовку пользователей, тыс. руб.	Оборудование, необходимое для разработки продукта (PC – компьютер, MF – Flash Memory)	Материалы, необходимое для разработки продукта (Бум. – пачка бумаги, DVD – диск)		Тип проекта (Р – распространенный, П – полунезависимый, В – встроенный)	Объем кода проекта, тыс. строк	Уровни атрибутов* (EL – Экстра низкий, VL – Очень низкий, L – Низкий, N – Номинальный, A – Средний, H – Высокий, VH – Очень высокий, EH – Экстра высокий					
					Бум.	DVD			Prd	HW	Per	Prg	SF	EM
65	82	48,9	33,9	PC	2	11	B	9,4	A	L	H	Cr	A	H
66	71	82,4	42,6	2 PC	4	10	P	6,8	VL	Cr	VL	Cr	L	VL
67	67	77,8	43,0	PC	2	10	П	4,9	VH	A	VL	A	L	VH
68	92	77,2	32,3	PC	4	3	B	7,5	VH	L	Cr	VH	H	VL
69	65	58,5	25,0	2 PC	3	8	P	4,0	Cr	H	Cr	L	VL	EL
70	141	48,6	32,1	2 PC, MF	2	9	П	4,6	L	A	A	H	A	EH
71	99	55,4	37,4	PC	4	2	B	7,7	L	VL	VH	A	VL	VL
72	128	51,0	40,2	2 PC	1	7	P	8,4	VH	A	VL	Cr	VL	L
73	63	35,9	14,9	PC, MF	2	1	П	10,6	VL	L	L	VH	VL	VH
74	93	98,3	22,7	2 PC, MF	2	3	B	7,2	Cr	A	Cr	H	A	L
75	79	84,2	29,7	PC	4	7	P	10,2	A	A	Cr	L	VL	EH
76	135	81,2	36,4	PC	1	11	П	2,5	VL	Cr	VL	VL	A	EH
77	168	96,5	41,7	2 PC	2	4	B	7,6	A	A	A	L	L	H
78	87	91,7	15,6	PC	2	4	P	10,9	A	A	H	VH	Cr	H
79	89	86,7	28,4	PC	3	1	П	4,1	H	Cr	VH	L	VL	EH
80	87	65,2	24,1	PC	3	7	B	6,9	A	L	Cr	A	VL	H
81	107	44,4	32,2	PC	2	4	P	4,9	Cr	VL	L	Cr	VL	VL
82	127	35,6	40,8	PC, MF	4	8	П	10,9	VH	A	H	VH	H	H
83	147	58,3	25,2	PC	2	9	B	6,4	VL	VH	L	Cr	VL	EL
84	145	37,0	20,4	2 PC	2	8	P	4,1	L	H	VL	VH	A	EH
85	120	40,2	32,3	PC	4	6	П	2,8	VL	VH	VL	L	L	VH
86	103	30,4	33,5	PC	4	8	B	2,6	Cr	VH	VH	Cr	H	H
87	107	35,2	37,8	2 PC	2	6	P	7,6	L	H	L	L	L	EL
88	154	89,9	12,1	2 PC, MF	1	9	П	8,3	A	H	VH	Cr	VH	EL
89	93	46,8	41,6	PC	4	8	B	5,0	H	Cr	A	L	A	EL
90	126	56,2	41,1	2 PC	2	10	P	6,8	L	L	VH	VL	Cr	EH
91	87	69,0	13,2	PC, MF	4	2	П	5,6	L	L	A	Cr	VH	VL
92	87	55,0	28,7	2 PC, MF	1	11	B	10,7	A	Cr	L	L	VL	H
93	83	40,9	13,7	PC	2	2	P	11,9	L	VH	VL	Cr	L	VH
94	98	93,1	25,0	PC	3	5	П	8,5	VL	VH	L	VH	A	VL
95	124	74,2	41,6	2 PC	3	7	B	8,4	A	L	L	VL	Cr	VL
96	127	67,0	29,6	PC	3	10	P	5,4	H	L	VH	H	VL	EL
97	154	73,2	14,5	PC	3	3	П	3,4	VH	H	A	H	L	EL
98	120	91,2	38,5	PC	2	6	B	9,4	A	VL	H	A	H	EL
99	83	38,2	19,2	PC	3	5	P	8,0	Cr	VH	L	A	A	VH

* Prd – характеристики продукта, HW – характеристики аппаратуры, Per – характеристики персонала, Prg – характеристики проекта, SF – фактор масштаба, EM – множитель трудоемкости.