

#### **4.1. Организация и планирование работ по проектированию печатной платы блока управления схватом манипуляционного робота**

##### **4.1.1. Определение стадий работ и их продолжительности при проектировании печатной платы**

Метод вероятностных оценок заключается в том, что непосредственный руководитель работ оценивает максимальную и минимальную трудоёмкость или длительность работ. На основе этих оценок определяется наиболее вероятная трудоёмкость или длительность.

$$T_{ож_i} = \frac{3 \cdot \tau_{\min_i} + 2 \cdot \tau_{\max_i}}{5},$$

$\tau_{\min_i}$  - минимальная трудоёмкость;  $\tau_{\max_i}$  - максимальная трудоёмкость.

Вся работа по изготовлению стенда разбита на следующие стадии:

##### *1) Подготовительная стадия.*

Эта стадия включает в себя выяснение основного назначения изделия, определение его характеристик, формирование технического задания и разработку теоретической части, определение требований к источникам питания.

$$T_{ож_I} = \frac{3 \cdot 10 + 2 \cdot 12.5}{5} = 11 \text{ дней}$$

##### *2) Стадия изготовления.*

Эта стадия включает в себя проектирование и разработку печатной платы.

$$T_{ож_{II}} = \frac{3 \cdot 5.5 + 2 \cdot 9.25}{5} = 7 \text{ дней}$$

##### *3) Стадия сборки и отладки.*

Эта стадия включает в себя сборку блока управления и отладку.

$$T_{ож_{III}} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 11}{5} = 8 \text{ дней}$$

##### *4) Стадия оформления.*

Эта стадия включает в себя оформление расчетно-пояснительной записки и чертежей.

$$T_{ож_{IV}} = \frac{3 \cdot 0.5 + 2 \cdot 1.75}{5} = 1 \text{ дней}$$

Продолжительность всех стадий работ сведена в таблицу 4.1:

№	Стадия	Содержание стадий	Исполнители		Т <sub>о.ж.</sub> , дни
			Категория	Кол-во	
1	Подготовительная	Установление основного назначения изделия, определение его характеристик	ВИ	1	11
2	Изготовления	Проектирование и разработка печатной платы	И	1	7
3	Сборки и отладки	Сборка БУ и его отладка	ВИ	1	8
4	Оформления	Оформление расчётно-пояснительной записки	СМ	1	1

Таблица 4.1 – Продолжительность стадий работ при проектировании печатной платы блока управления схватом.

#### **4.1.2. Составление сметы затрат на проектирование печатной платы блока управления схватом манипуляционного робота**

Затраты на проведение научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ (НИОКР) определяется подробно по отдельным статьям. Полученные данные затем сводятся в документ, который называется сметой затрат или сметной калькуляцией темы. Содержание сметы определяется целевым конечным результатом разработки (темы).

Типовая сметная калькуляция содержит следующий перечень статей затрат:

- материалы;
- спецоборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- начисление на социальное страхование;
- расходы на служебные командировки;
- затраты на работы, выполненные сторонними организациями и предприятиями;
- косвенные расходы.

Расчет затрат по каждой статье обычно проводят, в зависимости от имеющейся информационно-нормативной базы, нормативным или укрупненно-сравнительным методом. Проведем расчет затрат нормативным методом.

#### **Материалы.**

К этой статье затрат относится стоимость всех материальных ресурсов, необходимых для успешного завершения разработки:

- основные материалы;
- вспомогательные материалы;
- покупные и комплектующие изделия.

Расчет затрат на материалы и комплектующие изделия ведется на основе договорных цен, установленных по действующим прейскурантам. В данном случае – **19300** рублей.

*Спецоборудование для проведения научных (экспериментальных) работ.*

К этой статье относятся затраты, связанные с приобретением оборудования, которое необходимо для проведения научных (экспериментальных) работ по определенной теме, затраты на приобретение специальных стенов, приборов, установок. В нашем случае данная статья расходов отсутствует.

*Основная заработная плата.*

К основной заработной плате при выполнении НИР относится заработная плата научных, инженерных и технических работников (чертежников, лаборантов и т.д.), рабочих научно – исследовательских и научно – технических отделов, лабораторий опытного производства, макетных цехов и мастерских научно-исследовательских организаций, принимающих непосредственное участие в разработке темы.

Основная заработная плата определяется по категориям исполнителей на основе системы должностных окладов (для научных работников и ИТР) или тарифной системы (для рабочих).

Для расчета основной заработной платы научных, инженерно-технических работников и служащих предварительно осуществляется их среднедневной заработок:

$$L_{\text{ср.дн.}} = \frac{L_0}{F}$$

$L_{\text{ср.дн.}}$  - среднедневная заработная плата, руб.;

$L_0$  - оклад за месяц (руб.);

$F$  – месячный фонд времени (рабочие дни), дня.

Месячные оклады приведены в таблице 4.2:

<i>Категория</i>	<i>Оклад, руб.</i>	<i><math>L_{\text{ср.дн.}}</math>, руб.</i>
Ведущий инженер (ВИ)	45000	2064,24
Инженер (И)	35000	1605,5
Секретарь-машинист (СМ)	18000	825,68

Таблица 4.2 – Месячные оклады работников в зависимости от категории

Тогда заработная плата научных, инженерно-технических работников и служащих за выполнение определенного этапа темы (разработки) можно определить по формуле:

$$L = L_{\text{ср.дн.}} \cdot \tau$$

$L$  – заработная плата за выполнение определенного этапа разработки, руб.

$L_{\text{ср.дн.}}$  - среднедневная заработная плата, руб.;

$\tau$  - трудоемкость работы, чел./дни.

Расчеты по основной заработной плате приведены в таблице 4.3:

№	Категория	Кол-во человек	Кол-во чел/дней подлежащих отработке	Средняя зарплата в день, руб.	Сумма основной зарплаты, руб.
1	ВИ	1	11	2064,24	22706,64
2	И	1	7	1605,5	11238,5
3	ВИ	1	8	2064,24	16513,92
4	СМ	1	1	825,68	825,68
Итого:					<b>51284,74</b>

Таблица 4.3 – Основная заработная плата работников на каждом этапе

*Дополнительная заработная плата.*

Дополнительная заработная плата обычно принимается равной 15-20% от основной. В нашем случае она составляет **8974,83** рубля (17,5%).

*Отчисления на социальные нужды.*

Единый социальный налог составляет 30% от суммы основной заработной платы. В нашем случае эта сумма составляет **15385,43** рубля.

Отчисления на страхование от несчастного случая составляют 2% от суммы основной заработной платы. В нашем случае это **1025,70** рубля.

*Расходы на служебные командировки.*

В нашем случае данная статья расходов отсутствует.

*Прочие прямые расходы.*

К этой статье затрат относятся расходы, непосредственно связанные с выполнением темы, но не нашедшие отражения в ранее перечисленных статьях затрат. В нашем случае данная статья расходов отсутствует.

*Косвенные расходы.*

Эта статья затрат включает расходы, связанные с управлением и обслуживанием подразделений НИИ и КБ. Они делятся на административно – управленческие и общехозяйственные. Накладные расходы исчисляются в процентах от основной заработной платы исполнителей (60-150%). В нашем случае косвенные расходы составляют **66670,17** рублей (130%).

*Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями.*

В нашем случае данная статья затрат отсутствует.

Смета и структура затрат на проектирование печатной платы блока управления сведена в таблицу 4.4:

<i>№</i>	<i>Статьи затрат</i>	<i>Сметная стоимость, руб.</i>	<i>Удельный вес элементов затрат, %</i>
1	Материалы	19300	11,95
2	Спецоборудование для научных экспериментальных работ	0	0
3	Основная зарплата	51284,74	31,73
4	Дополнительная зарплата	8974,83	5,55
5	Социальные налоги	15385,43	9,52
6	Расходы на служебные командировки	0	0
7	Прочие прямые расходы	0	0
8	Косвенные расходы	66670,17	41,25
9	Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями	0	0
Итого:		<b>161615,17</b>	100

Таблица 4.4 – Смета и структура затрат на проектирование печатной платы блока управления

## **4.2. Организация и планирование работы по проведению эксперимента**

### **4.2.1. Определение этапов эксперимента**

В общем случае вся работа по проведению эксперимента может быть выражена в следующем разделении на этапы:

#### *1) Подготовительный этап.*

Знакомство с техническими характеристиками приборов стенда, описанием работы с ним, с технологией проведения эксперимента, составление плана эксперимента.

$$T_{ож_1} = \frac{3 \cdot 0.5 + 2 \cdot 1}{5} = 0.7 \text{ дней}$$

#### *2) Этап творческой подготовки задачи.*

Включает в себя составление математического описания системы, определение погрешностей показаний приборов, входящих в систему.

$$T_{ож_2} = \frac{3 \cdot 1.5 + 2 \cdot 3}{5} = 2.1 \text{ дней}$$

#### *3) Экспериментальный этап.*

Включает исследование характеристик системы, получение экспериментальных данных.

$$T_{ож_3} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1.4 \text{ дней}$$

#### *4) Этап обработки полученных результатов.*

Составление отчета и выводов от эксперимента.

$$T_{ож_4} = \frac{3 \cdot 0.8 + 2 \cdot 2}{5} = 1.28 \text{ дней}$$

Полученные данные занесем в таблицу 4.5:

№	Этапы	$T_{\min}$ , дни	$T_{\max}$ , дни	$T_{оэс}$ , дни
1	Подготовительный	0,5	1	0,7
2	Теоретическая подготовка	1,5	3	2,1
3	Экспериментальный	1	2	1,4
4	Обработка данных	0,5	2	1,28

Таблица 4.5 – Продолжительность этапов эксперимента

#### 4.2.2. Составление сметы затрат на проведение эксперимента

Затраты на проведение эксперимента будут складываться из затрат на заработную плату участникам эксперимента и затрат на электроэнергию в расчете на эксперимент.

##### Расчет заработной платы.

В работах по проведению эксперимента участвуют три человека: руководитель и 2 инженера.

Расчет проводится по этапам на основе:

- средних должностных окладов;
- трудоемкости работ по каждому этапу.

Трудоемкость определяется по формуле:

$$\tau_{эmi} = \sum T_i \cdot 8,0 \cdot R$$

$R$  – количество человек, одновременно участвующих в выполнении работ по этапу;

8,0 – продолжительность трудового дня;

$T_i$  – продолжительность отдельного этапа в днях;

Таким образом:

$$\tau_{эm1} = 0,7 \cdot 8 \cdot 2 = 11,2 \text{ чел / час}$$

$$\tau_{эm2} = 2,1 \cdot 8 \cdot 2 = 33,6 \text{ чел / час}$$

$$\tau_{эm3} = 1,4 \cdot 8 \cdot 2 = 22,4 \text{ чел / час}$$

$$\tau_{эm4} = 1,28 \cdot 8 \cdot 2 = 20,48 \text{ чел / час}$$

Далее по формулам определяем фонд заработной платы. Учитывая, что часовые ставки:

Руководителя            258,3 руб./час

Инженера                 200,69 руб./час

Считаем:

$$\phi_{эm} = \sum \phi_{эmi} ,$$

$$\phi_{эmi} = \tau_{эmi} \cdot C_{cp} ,$$

$$C_{cp} = \sum C_i \cdot \frac{i}{R},$$

$C_i$  – часовые заработки (ставки);

$i$  – количество работников, одновременно получающих одну и ту же ставку;

$R$  – количество работников, одновременно участвующих в выполнении работ по этапам;

$\tau_{эmi}$  - трудоемкость этапов.

$$\phi_1 = 11,2 \cdot 45,88 = 513,86 \text{ рублей}$$

$$C_1 = (57,34 + 45,88) / 2 = 80,28 \text{ рублей/час}$$

Аналогично:

$$\phi_2 = 2697,41 \text{ рублей}$$

$$C_2 = 80,28 \text{ рублей/час}$$

$$\phi_3 = 1798,27 \text{ рублей}$$

$$C_3 = 80,28 \text{ рублей/час}$$

$$\phi_4 = 1644,13 \text{ рублей}$$

$$C_4 = 80,28 \text{ рублей/час}$$

*Основная заработная плата.*

2247,73+6743,18+4495,45+4110,13=**17596,48** рублей.

*Дополнительная зарплата.*

Дополнительная заработная плата обычно принимается равной 15-20% от основной. В нашем случае она составляет **3079,78** рублей (17,5%).

*Отчисления на социальные нужды.*

Единый социальный налог составляет 30% от суммы основной заработной платы. В нашем случае эта сумма составляет **5278,94** рублей.

Отчисления на страхование от несчастного случая составляют 2% от суммы основной заработной платы. В нашем случае это **351,93** рублей.

*Определение косвенных расходов.*

Сумма косвенных расходов составляет 130% от основной заработной платы, это составляет **22875,42** рублей.

*Расчет затрат на электроэнергию в расчете на эксперимент.*

При проведении эксперимента потребляется электроэнергия – около 1,5 кВт.

Коэффициент использования по времени равен 0,7, по мощности – 0,8. Стоимость 1кВт/час составляет 1,3 руб.

$$A = N \cdot 0.7 \cdot 0.8 \cdot T_{\text{раб}} \cdot C$$

$$A = 1.5 \cdot 0.7 \cdot 0.8 \cdot 11.2 \cdot 1.3 = 12.33 \text{ рублей}$$

Результаты калькуляции затрат по проведению непосредственно эксперимента сведены в таблицу 4.6:

<i>№</i>	<i>Статьи затрат</i>	<i>Сумма, руб.</i>	<i>% соотношение</i>
1	Основная зарплата	17596,48	34,72
2	Дополнительная зарплата	3079,78	6,08
3	Отчисления на социальные нужды.	5278,94	10,42
4	Косвенные расходы	22875,42	45,14
5	Амортизация отчисления	1833,33	3,62
6	Затраты на электроэнергию	12,23	0,02
Итого:		<b>50676,18</b>	100

Таблица 4.6 – Смета и структура затрат на проведение эксперимента

### **4.3. Организация и планирование работ по разработки программного продукта.**

#### **4.3.1. Определение стадий и этапов работ по разработке программного продукта.**

Разработка программного обеспечения (ПО) — это процесс, направленный на создание и поддержание работоспособности, качества и надежности программного обеспечения, используя технологии, методологию и практики из информатики, управления проектами, математики, инженерии и других областей знания.

Основные стадии и этапы работ по разработке ПО приведены в таблице 4.7.

<i>№</i>	<i>Стадии разработки</i>	<i>Этапы работ</i>	<i>Содержание работ</i>
1	Техническое задание (ТЗ)	Обоснование необходимости разработки программы	Постановка задачи. Сбор исходных материалов. Выбор и обоснование критериев эффективности и качества разрабатываемой программы. Обоснование необходимости проведения научно-исследовательских работ.
		Научно-исследовательские работы	Определение структуры входных и выходных данных. Предварительный выбор методов решения задач. Обоснование целесообразности применения ранее разработанных программ. Определение требований к техническим средствам. Обоснование принципиальной возможности решения поставленной задачи.
		Разработка и утверждение технического задания	Определение требований к программе. Разработка технико-экономического обоснования разработки программы. Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё. Выбор языков программирования. Определение необходимости проведения научно-исследовательских работ на



			последующих стадиях. Согласование и утверждение технического задания.
2	Эскизный проект (ЭП)	Разработка эскизного проекта	Предварительная разработка структуры входных и выходных данных. Уточнение методов решения задачи. Разработка общего описания алгоритма решения задачи. Разработка технико-экономического обоснования.
		Утверждение эскизного проекта	Разработка пояснительной записки. Согласование и утверждение эскизного проекта.
3	Технический проект (ТП)	Разработка технического проекта	Уточнение структуры входных и выходных данных. Разработка алгоритма решения задачи. Определение формы представления входных и выходных данных. Определение семантики и синтаксиса языка. Разработка структуры программы. Окончательное определение конфигурации технических средств.
		Утверждение технического проекта	Разработка плана мероприятий по разработке и внедрению программ. Разработка пояснительной записки. Согласование и утверждение технического проекта.
4	Рабочий проект (РП)	Разработка программы	Программирование и отладка программы.
		Разработка программной документации	Разработка программных документов в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77.
		Испытания программы	Разработка, согласование и утверждение порядка и методики испытаний. Проведение предварительных государственных, межведомственных, приёмодаточных и других видов испытаний. Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.
5	Внедрение (В)	Подготовка и передача программы.	Подготовка и передача программы и программной документации для сопровождения и (или) изготовления. Оформление и утверждение акта о передаче

			программы на сопровождение и (или) изготовление. Передача программы в фонд алгоритмов и программ.
--	--	--	---

Таблица 4.7 – Основные стадии и этапы работ по разработке ПО

#### 4.3.2. Расчёт трудоёмкости разработки программного продукта

Трудоёмкость разработки программной продукции зависит от ряда факторов, основным из которых являются следующие: степень новизны разрабатываемого программного комплекса, сложность алгоритма его функционирования, объём используемой информации, вид её представления и способ обработки, а также уровень используемого алгоритмического языка программирования. Рассмотрим эти факторы более подробно и с их учётом - порядок и особенности определения трудоёмкости разработки программной продукции.

По степени новизны разрабатываемая программная продукция может быть отнесена к одной из четырёх групп: А, Б, В, Г. Данный программный продукт может быть отнесён к группе Г - разработка программной продукции, основанная на привязке типовых проектных решений.

По степени сложности алгоритма функционирования программная продукция делится на три группы. Данная программа относится к первой группе сложности, как программная продукция, реализующая моделирующие алгоритмы.

Используемая информация представляется в виде переменной информации.

В зависимости от вида представления исходной информации, способа его контроля и структуры выходных документов различают четыре группы (11,12,21,22). Данная программа может быть отнесена к группе 11 – исходная информация представлена в форме документов, имеющих различный формат и структуру (требуется учитывать взаимодействие показателей в различных документах) и 22 - требуется вывод на печать одинаковых документов, вывод информационных массивов на машинные носители.

*Трудоёмкость разработки программной продукции* может быть определена как сумма величин трудоёмкости выполнения отдельных стадий разработки программной продукции из выражения:

$$\tau_{mn} = \tau_{mз} + \tau_{эн} + \tau_{mn} + \tau_{pn} + \tau_6,$$

$\tau_{mз}$  - трудоёмкость разработки технического задания на создание программного продукта;

$\tau_{эн}$  - трудоёмкость разработки эскизного проекта ПП;

$\tau_{mn}$  - трудоёмкость разработки технического проекта ПП;

$\tau_{pn}$  - трудоёмкость разработки рабочего проекта ПП;

$\tau_6$  - трудоёмкость внедрения разработанного ПП.

*Трудоёмкость разработки технического задания*

Трудоёмкость разработки технического задания  $\tau_{mз}$  рассчитывается по формуле:

$$\tau_{mз} = T_{pз}^3 + T_{pn}^3,$$

$T_{pz}^3$  - затраты времени разработчика постановки задач на разработку технического задания, человеко-дни;

$T_{pn}^3$  - затраты времени разработчика программного обеспечения на разработку технического задания, человеко-дни;

Значения величин  $T_{pz}^3$  и  $T_{pn}^3$  рассчитывают по формулам:

$$T_{pz}^3 = t_3 \cdot K_{pz}^3, \quad T_{pn}^3 = t_3 \cdot K_{pn}^3,$$

$t_3$  - норма времени на разработку технического задания на программный продукт в зависимости от функционального назначения и степени новизны разрабатываемого программного продукта, человеко-дни. По таблицам принимаем значение  $t_3 = 29$  человеко-дней.

$K_{pz}^3$  - коэффициент, учитывающий удельный вес трудоёмкости работ, выполняемых разработчиком постановки задач на стадии технического задания. В данном случае, при совместной с разработчиком программного обеспечения, разработке технического задания  $K_{pz}^3 = 0,65$ .

$K_{pn}^3$  - коэффициент, учитывающий удельный вес трудоёмкости работ, выполняемых разработчиком программного обеспечения на стадии технического задания. В данном случае, при совместной с разработчиком постановки задач, разработке технического задания  $K_{pn}^3 = 0,35$ .

Подставляя эти значения в формулы получим:

$$K_{pz}^3 = 29 \cdot 0,65 = 18,85 \text{ человеко-дней}$$

$$K_{pn}^3 = 29 \cdot 0,35 = 10,15 \text{ человеко-дней}$$

Трудоёмкость разработки технического задания:

$$\tau_{m3} = 18,85 + 10,15 = 29 \text{ человеко-дней.}$$

*Трудоёмкость разработки эскизного проекта*

Трудоёмкость разработки эскизного проекта программного продукта тэп рассчитывают по формуле:

$$\tau_{en} = T_{pz}^9 + T_{pn}^9,$$

$T_{pz}^9$  - затраты времени разработчика постановки задач на разработку эскизного проекта, человеко-дни;

$T_{pn}^9$  - затраты времени разработчика программного обеспечения на разработку эскизного проекта, человеко-дни.

Значения величин  $T_{pz}^9$  и  $T_{pn}^9$  рассчитывают по формулам:

$$T_{pz}^9 = t_9 \cdot K_{pz}^9, \quad T_{pn}^9 = t_9 \cdot K_{pn}^9,$$

$t_9$  - норма времени на разработку эскизного проекта программного продукта в зависимости от его функционального назначения и степени новизны, человеко-дни. По таблицам принимаем  $t_9 = 41$  человеко-дней.

$K_{pz}^{\circ}$  - коэффициент, учитывающий удельный вес трудоёмкости работ, выполняемых разработчиком постановки задач на стадии эскизного проекта. В данном случае, при совместной разработке эскизного проекта  $K_{pz}^{\circ} = 0,7$ .

$K_{pn}^{\circ}$  - коэффициент, учитывающий удельный вес трудоёмкости работ, выполняемых разработчиком программного обеспечения на стадии эскизного проекта. В данном случае при совместной разработке эскизного проекта  $K_{pn}^{\circ} = 0,3$ .

Подставляя данные значения получим:

$$K_{pz}^{\circ} = 41 \cdot 0,7 = 28,7 \text{ человеко-дней};$$

$$K_{pn}^{\circ} = 41 \cdot 0,3 = 12,3 \text{ человеко-дней}.$$

Значение трудоёмкости разработки эскизного проекта:

$$\tau_{эн} = 28,7 + 12,3 = 41 \text{ человеко-дня}.$$

*Трудоёмкость разработки технического проекта*

Трудоёмкость разработки технического проекта  $\tau_{mn}$  зависит от функционального назначения программного продукта, количества разновидностей форм входной и выходной информации и определяется как сумма времени, затраченного разработчиком постановки задачи и разработчиком программного обеспечения, т.е.:

$$\tau_{mn} = (t_{pz}^m + t_{pn}^m) \cdot K_B \cdot K_P,$$

$t_{pz}^m$ ,  $t_{pn}^m$  - норма времени, затрачиваемая на разработку технического проекта разработчиком постановки задач и разработчиком программного обеспечения соответственно, человеко-дни. По таблицам находим значения  $t_{pz}^m = 36$  человеко-дней,  $t_{pn}^m = 27$  человеко-дня.

$K_P$  - коэффициент учёта режима обработки информации – табличное значение, в данной задаче  $K_P = 1,10$ .

$K_B$  - коэффициент учёта вида используемой информации. Значение коэффициента  $K_B$  определяют из выражения:

$$K_B = (K_n \cdot N_n + K_{нс} \cdot N_{нс} + K_b \cdot N_b) / (N_n + N_{нс} + N_b),$$

$K_n$ ,  $K_{нс}$ ,  $K_b$  - значения коэффициентов учёта вида используемой информации для переменной, нормативно-справочной информации и баз данных соответственно. Для разрабатываемой программы принимаем:  $K_n = 0,5$ ,  $K_{нс} = 0,43$ ,  $K_b = 1,25$ .

$N_n$ ,  $N_{нс}$ ,  $N_b$  - количество наборов данных переменной, нормативно-справочной информации и баз данных соответственно. Для данной программы принимаем:  $N_n = 10$ ;  $N_{нс} = 10$ ;  $N_b = 0$ .

Подставляя данные значения, получим:

$$K_B = (0,5 \cdot 10 + 0,43 \cdot 10 + 1,25 \cdot 0) / (10 + 10 + 0) = 0,47;$$

Значение трудоёмкости разработки технического проекта:

$$\tau_{mn} = (36 + 27) \cdot 1,10 \cdot 0,47 = 33 \text{ человеко-дня}.$$

### Трудоёмкость разработки рабочего проекта

Трудоёмкость разработки рабочего проекта  $\tau_{pn}$  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 языка программирования и определяется по формуле:

$$\tau_{pn} = K_k \cdot K_p \cdot K_y \cdot K_z \cdot K_{ua} \cdot (t_{pz}^P + t_{pn}^P),$$

$t_{pz}^P, t_{pn}^P$  - норма времени, затраченного на разработку рабочего проекта на алгоритмическом языке высокого уровня разработчиком постановки задач и разработчиком программного обеспечения соответственно, человеко-дни. По таблицам определяем эти нормы:  $t_{pz}^P = 36$  человеко-дней,  $t_{pn}^P = 240$  человеко-дня.

$K_k$  - коэффициент учёта сложности контроля информации. В данном случае для группы сложности контроля входной информации 11 и для степени сложности контроля выходной информации 22, принимаем  $K_k = 1.07$ .

$K_y$  - коэффициент учёта уровня используемого алгоритмического языка программирования. Для данной задачи принимаем  $K_y = 1.0$ .

$K_z$  - коэффициент учёта степени использования готовых программных модулей. Для данной программы  $K_z = 0.7$ .

$K_{ua}$  - коэффициент учёта вида используемой информации и сложности алгоритма программного продукта. Значение  $K_{ua}$  определяют из выражения:

$$K_{ua} = (K_n' \cdot N_n + K_{nc}' \cdot N_{nc} + K_b' \cdot N_b) / (N_n + N_{nc} + N_b),$$

$K_n', K_{nc}', K_b'$  - значения коэффициентов учёта сложности алгоритма программного продукта и вида используемой информации для переменной, нормативно-справочной информации и баз данных соответственно. В данном случае значения коэффициентов будут равны:  $K_n' = 0.65, K_{nc}' = 0.4, K_b' = 0.32$ .

Подставляя данные значения, получим:

$$K_{ua} = (0.65 \cdot 10 + 0.4 \cdot 10 + 0.32 \cdot 0) / (10 + 10 + 0) = 0.53.$$

Значение трудоёмкости разработки рабочего проекта:

$$\tau_{pn} = 1.07 \cdot 1.10 \cdot 1.0 \cdot 0.7 \cdot 0.53 \cdot (36 + 240) = 120 \text{ человеко-дней.}$$

### Трудоёмкость внедрения

Трудоёмкость выполнения стадии внедрения  $\tau_6$  может быть рассчитана по формуле:

$$\tau_6 = (t_{pz}^6 + t_{pn}^6) \cdot K_k \cdot K_p \cdot K_z,$$

$t_{pz}^6, t_{pn}^6$  - норма времени, затрачиваемого разработчиком постановки задач и разработчиком программного обеспечения соответственно на выполнение процедур внедрения программного продукта, человеко-дни. Для данной задачи нормы времени равняются:  $t_{pz}^6 = 33$  человеко-дня;  $t_{pn}^6 = 98$  человеко-дней.

Значение трудоёмкости внедрения:

$$\tau_6 = (33 + 98) \cdot 1.07 \cdot 0.5 \cdot 0.7 = 51 \text{ человеко-дня.}$$

Значение трудоёмкости разработки программного продукта:

$$\tau_{mn} = 29 + 41 + 33 + 120 + 51 = 274 \text{ человеко-дней.}$$

#### **4.3.3. Расчёт продолжительности работ по разработке программного продукта.**

Планирование и контроль хода выполнения разработки проводят по календарному графику выполнения работ. Так, как разработку программного продукта осуществляет небольшой, стабильный по составу коллектив исполнителей, то для целей планирования и контроля можно использовать ленточный график. Календарный ленточный график (график Ганта) представляет собой графическое отображение выполненной работы и времени, которое затрачено на эту работу, то есть продолжительность выполнения данной работы.

Продолжительность выполнения всех работ по этапам разработки программного продукта  $T_i$  определяют из выражения:

$$T_i = \frac{\tau_i + Q}{N_i},$$

$\tau_i$  - трудоёмкость  $i$ -й работы, человеко-дни;

$Q$  – трудоёмкость дополнительных работ, выполняемых исполнителей, человеко-дни;

$N_i$  – количество исполнителей, выполняющих  $i$ -ю работу, человек.

Суммарная продолжительность работ определится по формуле:

$$T_{\text{сум}} = T_{mз} + T_{эп} + T_{mn} + T_{pn} + T_{в}.$$

Продолжительность разработки технического задания:

$$T_{mз} = 29 / 2 = 14.5 \text{ дней.}$$

Продолжительность разработки эскизного проекта:

$$T_{эп} = 41 / 2 = 20.5 \text{ дней.}$$

Продолжительность разработки технического проекта:

$$T_{mn} = 33 / 2 = 16.5 \text{ дней.}$$

Продолжительность разработки рабочего проекта:

$$T_{pn} = 120 / 2 = 60 \text{ дней.}$$

Продолжительность работ по внедрению:

$$T_{в} = 51 / 2 = 25.5 \text{ дней.}$$

Общая продолжительность работ равна:

$$T_{\text{сум}} = 14.5 + 20.5 + 16.5 + 60 + 25.5 = 137 \text{ дней.}$$

#### 4.3.4. Составление сметы затрат на разработку программного продукта. Определение себестоимости и цены ПО

Процесс разработки сложной программной продукции сопровождается, кроме решения чисто программных аспектов, необходимостью решения многих социальных и экономических проблем. Одна из таких проблем - определение стоимости программного продукта. Затраты на разработку программной продукции могут быть представлены в виде сметы затрат, включающей в себя следующие статьи:

- материалы;
- специальное оборудование;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления в виде единого социального налога;
- производственные командировки;
- накладные расходы;
- контрагентские расходы.

##### *Затраты на материалы.*

В статье учитываются суммарные затраты на материалы, приобретаемые для разработки данной программной продукции. Затраты состоят из стоимости материалов и транспортно-заготовительных расходов, то есть:

$$C_m = K_{тр} \cdot (C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 + \dots + C_i \cdot V_i + \dots),$$

$K_{тр}$  - коэффициент транспортно-заготовительных расходов. В данном случае принимаем  $K_{тр} = 0.04$ ;

$C_i$  - цена единицы  $i$ -го материала, рублей;

$V_i$  - приобретённое количество (объём)  $i$ -го материала.

Затраты на материалы при разработке программного продукта приведены в таблице 4.8.

<i>№</i>	<i>Наименование материала</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Количество</i>	<i>Цена за единицу, руб.</i>	<i>Сумма, руб.</i>
1	DVD диски	шт.	5	50	250
2	Бумага для принтера	упак.	1	250	250
Итого:					500
Ктр = 0.04					
					<b>520</b>

Таблица 4.8 – Затраты на материалы при разработке программного продукта

*Нематериальные активы и затраты на оборудование.*

В статье учитываются суммарные затраты на приобретение или проектирование и изготовление стендов, приборов и других изделий, требуемых для разработки данного программного продукта. Расходы по данной статье приведены в таблице 4.9.

<i>Специальное оборудование</i>	<i>Балансовая цена, руб.</i>	<i>Норма годовых амортизационных отчислений</i>	<i>Время использования, ч</i>	<i>Затраты, руб.</i>
ПК	40000	12	1200	2769
Итого:				<b>2769</b>

Таблица 4.9 – Нематериальные активы и затраты на оборудование

Также учтем расходы на электроэнергию, необходимую для работы ПК. В техническом паспорте используемого ПК находим, то потребляемая мощность составляет 300 Вт, следовательно, ПК потребляет из сети 0,33 кВт·ч. Время использования ПК составляет 1200 ч, цена 1 кВт·ч – 3,0392 руб. (в т.ч. НДС 18%).

Тогда  $0,33 \cdot 1200 \cdot 3,0392 = 1094,1$  рублей.

*Основная заработная плата.*

В статью включается заработная плата всех исполнителей, непосредственно занятых разработкой данного программного продукта, с учётом их должностного оклада и времени участия в разработке.

Расчёт ведётся по формуле:

$$C_{30} = \sum_i \frac{Z_i \cdot \tau_i}{d},$$

$Z_i$  - среднемесячный оклад  $i$ -го исполнителя, рублей;  $d$  - среднее количество рабочих дней в месяце. Принимаем  $d = 21,8$  день;  $\tau_i$  - трудоёмкость работ, выполняемых  $i$ -м исполнителем, человеко-дни .

Трудоёмкость работ, выполняемых разработчиком постановки задач, определим по формуле:

$$\tau_{mn}^{n3} = \tau_{m3}^{n3} + \tau_{3n}^{n3} + \tau_{mn}^{n3} + \tau_{pn}^{n3} + \tau_6^{n3},$$

$$\tau_{m3}^{n3} = T_{33}^p, \tau_{3n}^{n3} = T_{33}^p,$$

$$\tau_{mn}^{n3} = t_{3m}^p \cdot K_6 \cdot K_p,$$

$$\tau_{pn}^{n3} = t_p \cdot K_k \cdot K_p \cdot K_3 \cdot K_{ua},$$

$$\tau_6^{n3} = t_{6p}^3 \cdot K_k \cdot K_{p6} \cdot K_3.$$

Получим:

$$\tau_{mn}^{n3} = 10 \text{ человеко-дня.}$$

Трудоёмкость работ, выполняемых разработчиком программного обеспечения, определим по формуле:



$$\tau_{mn}^{no} = \tau_{mz}^{no} + \tau_{эн}^{no} + \tau_{mn}^{no} + \tau_{pn}^{no} + \tau_6^{no},$$

$$\tau_{mz}^{no} = T_{mz}^P; \tau_{эн}^{no} = T_{эн}^P,$$

$$\tau_{mn}^{no} = t_{mn}^P \cdot K_p \cdot K_3,$$

$$\tau_{pn}^{no} = t_{pn}^P \cdot K_k \cdot K_p \cdot K_3 \cdot K_{ua},$$

$$\tau_6^{no} = t_6^P \cdot K_k \cdot K_p \cdot K_3.$$

Получим:

$$\tau_{mn}^{no} = 90 \text{ человеко-дня.}$$

Расчёты по данной статье представлены таблице 4.10:

<i>Исполнители, категория</i>	<i>Количество, чел.</i>	<i>Оклад, руб.</i>	<i>Трудоемкость</i>	<i>Основная заработная плата, руб.</i>
Разработчик постановки задач	1	35000	10	16055
Разработчик программного обеспечения	2	40000	90	330275
Итого:				<b>346330</b>

Таблица 4.10 – Основная заработная плата сотрудников, занятых разработкой программного продукта

#### *Дополнительная заработная плата.*

В статье учитываются все выплаты непосредственным исполнителям за время (установленное законодательством), непроработанное на производстве, в том числе: оплата очередных отпусков, компенсация за недоиспользованный отпуск и другое. Дополнительная заработная плата обычно принимается равной 15-20% от основной. В нашем случае она составляет **60607** рублей (17,5%).

#### *Отчисления на социальные нужды.*

Единый социальный налог составляет 30% от суммы основной заработной платы. В нашем случае эта сумма составляет **12208** рубль.

#### *Накладные расходы*

В статье учитываются затраты на общехозяйственные расходы, непроизводительные расходы и расходы на управление. Расходы на научные командировки принимаются равными нулю.

Накладные расходы определяют в процентном отношении к основной заработной плате (30 %) и составят **103899** рублей.

Результаты расчета сметной себестоимости сведены в таблицу 4.11:

Т.е. затраты на разработку программной продукции (сметная себестоимость) составят  $C = 637300$  рублей.

Так как, обычно, программный продукт рассматривается и создаётся как продукция производственно-технического назначения, допускающая многократное тиражирование и отчуждение от непосредственных разработчиков, то её цена определяется по формуле:

$$C = K \cdot C + P_p,$$

$C$  - затраты на разработку программной продукции (сметная себестоимость);  $K$  - коэффициент учёта затрат на изготовление опытного образца программного продукта как продукции производственно-технического назначения (в данном случае принимаем  $K = 1,1$ );  $P_p$  - нормативная прибыль, рассчитываемая по формуле:

$$P_p = (C - C_m) \cdot p_n / 100,$$

$p_n$  - норматив рентабельности, % (в данном случае принимаем  $p_n = 30\%$ );

$C_m$  - материальные затраты, рублей/изд. Данная разработка не относится к продукции производственно-технического назначения, следовательно нормативная прибыль не рассчитывается.

$$P_p = 637300 \cdot 0,3 = 191190 \text{ рублей.}$$

Тогда цена программной продукции составит:

$$C = 1,1 \cdot 637300 + 191190 = 892220 \text{ рублей.}$$

<i>Наименование статьи</i>	<i>Сметная себестоимость, руб.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
Материалы	520	0,08
Нематериальные активы и затраты на оборудование	2769 + 1094	0,61
Основная заработная плата	346330	54,34
Дополнительная заработная плата	60607	9,5
Отчисления на социальные нужды	122081	19,15
Накладные расходы	103899	16,3
Итого:	637300	100

Таблица 4.11 – Смета и структура затрат на разработку программного продукта

#### **4.4. Итоговая себестоимость разработки**

В рамках организационно-экономической части были выделены основные статьи расходов при разработке и рассчитаны расходы по каждой из них. Затем были вычислены затраты на разработку привода с печатной платой, крепления и программной продукции.

Итог сведен в таблицу 4.12:

<i>Наименование статьи</i>	<i>Сметная себестоимость, руб.</i>	<i>Удельный вес, %</i>
Затраты на проектирование печатной платой	161615,17	14,63
Затраты по проведению непосредственно эксперимента	50676,18	4,59
Цена программного продукта	892220	80,78
Итого:	<b>1104511,35</b>	100

Таблица 4.12 – Итоговая себестоимость разработки