

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
 Направление подготовки 13.03.02 – ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
 Кафедра ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование электрической части гидроэлектростанции 2000 МВт.

УДК 621.311.21-047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Наумкин Александр Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Уфа Р.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Н.В.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	Канд. техн. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
Направление подготовки 13.03.02 – ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Кафедра ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) _____ (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Наумкин Александр Сергеевич

Тема работы:

Проектирование электрической части гидроэлектростанции 2000 МВт.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	Объект проектирования – гидроэлектростанция. Исходными данными являются число и мощность генераторов, нагрузка на РУ ВН и РУ СН, данные по линиям связи энергообъекта с энергосистемой
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	В ВКР будет спроектирована электрическая часть гидроэлектростанция мощностью 2000 МВт. Дополнительными разделами, подлежащих разработке, являются финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	1. Схема электрических соединений.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Уфа Р.А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Наумкин Александр Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Наумкин Александр Сергеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Общие затраты на проект: 445218 тыс.руб. Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	27,1 % отчисления во внебюджетные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- Формирование плана и графика разработки : -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; -заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	-

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Потехина Н.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Наумкин Александр Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 86 с., 14 рис., 38 табл., 12 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, электроэнергия, электрическая схема, короткое замыкание, электрическое оборудование.

Объектом исследования является схема электрических соединений гидроэлектростанции.

Цель работы – проектирование электрической части гидроэлектростанции и выбор необходимого оборудования.

В процессе исследования проводились расчеты токов короткого замыкания для выбора электрических аппаратов.

Область применения: проектирование электрических станций.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе были применены следующие термины с соответствующими определениями:

Гидроэлектростанция: электростанция, использующая в качестве энергии энергию водного потока.

Электрооборудование: любое оборудование, используемое для производства, распределения, передачи, изменения характеристик электроэнергии, а также для ее преобразования в другой вид энергии.

Режим работы: нахождение энергосистемы или электроустановки в определенном эксплуатационном режиме.

Короткое замыкание: аварийный режим, происходящий при соединении двух или более точек электрической цепи различных потенциалов, приводящий к повреждениям.

Рабочая зона: зона, закрепленная за персоналом во время рабочего дня.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГЭС – гидроэлектростанция;

Т_{СН} – трансформатор собственных нужд;

Т_{БЛ} – трансформатор блочный;

РУ ВН (РУ СН) – распределительное устройство высшего (среднего) напряжения;

АТ – автотрансформатор;

АТС – автотрансформатор связи;

ЭЭС – электроэнергетическая система;

КЗ – короткое замыкание;

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
Глава 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГЭС	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Исходные данные	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Выбор структурной схемы электрических соединений.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Выбор блоков ГЭС на основании технико-экономического расчета.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1 Выбор блочных трансформаторов ...	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Выбор основного силового оборудования.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.1 Выбор синхронных генераторов электростанции.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.2 Выбор блочных трансформаторов ...	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.3 Выбор трансформаторов собственных нужд.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.4 Выбор автотрансформаторов связи.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4.5 Выбор проводов воздушных линий 330 кВ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Расчет токов короткого замыкания для выбора аппаратов	Ошибка! Закладка не определена.
1.5.1 Расчет тока однофазного и трехфазного короткого замыкания на шинах РУВН 330 кВ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.5.2 Расчет ударного тока i_u для трёхфазного короткого замыкания и начального значения апериодической составляющей i_a	Ошибка! Закладка не определена.

1.5.3 Определение для момента времени $\tau = 0,04$ с значения периодической составляющей I_p , $\tau(3)$ и аperiodической составляющей i_a , τ **Ошибка! Закладка не определена.**

1.5.3 Расчет действующего значения периодической составляющей I_p , $0(1)$ тока однофазного короткого замыкания для момента времени $t = 0$.
.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6 Выбор электрических аппаратов**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.1 Определение расчетных токов рабочего и утяжеленного режимов
.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.2 Выбор выключателей и разъединителей**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.2.1 Выбор выключателей и разъединителей на генераторном напряжении 15,75 кВ**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.2.2 Выбор выключателей и разъединителей высшего напряжения
.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.2.3 Выбор выключателей и разъединителей 10,5 кВ - НН АТС ... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.3 Выбор трансформаторов тока.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.3.2 Расчет нагрузки трансформаторов тока в цепи среднего напряжения 150 кВ**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.4 Выбор трансформаторов напряжения**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.4.1 Расчет нагрузки трансформаторов напряжения в цепи генераторного напряжения**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.4.2 Расчет нагрузки трансформаторов напряжения в цепи среднего напряжения 150 кВ.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.4.3 Расчёт нагрузки трансформаторов напряжения в цепи высшего напряжения 330 кВ.....**Ошибка! Закладка не определена.**

1.6.4.4 Расчёт нагрузки трансформаторов напряжения в цепи низшего напряжения 10,5 кВ.....**Ошибка! Закладка не определена.**

Глава 2. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... 12

2.1 Анализ конкурентных технических решений 12

2.2 Организация и планирование научно-исследовательских работ 14

2.3 Линейное планирование 15

2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) 18

2.5 Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды..... 18

2.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы..... 20

2.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)..... 20

Глава 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**Ошибка! Закладка не определена**

3.1 Введение.....**Ошибка! Закладка не определена.**

3.2 Производственная безопасность**Ошибка! Закладка не определена.**

3.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов..... **Ошибка!
Закладка не определена.**

3.3 Электробезопасность**Ошибка! Закладка не определена.**

3.4 Электромагнитный фактор.....**Ошибка! Закладка не определена.**

3.4.1 Электростатическое поле**Ошибка! Закладка не определена.**

3.4.2 Постоянное магнитное поле.....**Ошибка! Закладка не определена.**

3.4.3 Электрическое поле промышленной частоты**Ошибка! Закладка не определена.**

3.4.4 Магнитное поле промышленной частоты **Ошибка! Закладка не определена.**

3.5 Предлагаемые средства защиты **Ошибка! Закладка не определена.**

3.7 Освещение производственных помещений **Ошибка! Закладка не определена.**

3.8 Экологическая безопасность..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.9 Безопасность в чрезвычайных ситуациях **Ошибка! Закладка не определена.**

3.10 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны **Ошибка! Закладка не определена.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **Ошибка! Закладка не определена.**

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ РЕСУРСЫ **Ошибка! Закладка не определена.**

Приложение А Диаграмма Ганта **Ошибка! Закладка не определена.**

Приложение Б Схема электрических соединений **Ошибка! Закладка не определена.**

ВВЕДЕНИЕ

Гидроэлектростанция – электростанция, использующая в качестве источника энергии энергию водных масс. Принцип работы гидроэлектростанции достаточно прост. Цепь гидротехнических сооружений обеспечивает необходимый напор воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию.

К преимуществам гидроэлектростанции можно отнести: использование дешевой возобновляемой энергии, работа электростанции не сопровождается вредными выбросами в окружающую среду.

Цель данной дипломной работы состоит в том, чтобы спроектировать электрическую часть гидроэлектростанции мощностью 2000 МВт.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

- выбор структурной схемы;
- выбор блоков гидроэлектростанции;
- выбор основного силового оборудования;
- расчет токов короткого замыкания для выбора аппаратов;
- выбор электрических аппаратов.

Глава 2. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является применение оценочной карты для выбора поставщика оборудования.

Проведение конкурентного анализа является важнейшим моментом при принятии технического решения. Он позволяет производить необходимые поправки для успешного противостояния конкурентам.

Для того, чтобы провести данный анализ, необходимо проанализировать все слабые и сильные стороны конкурентов. С этой целью используется вся возможная информация о конкурентных разработках.

2.1 Анализ конкурентных технических решений

При формировании научно-исследовательского проекта необходимо учитывать детальный анализ наиболее конкурирующего оборудования, существующего на рынке. Проводить такой анализ необходимо систематически, поскольку научно-технический потенциал постоянно развивается, соответственно и рынок развивается, в след за научно-техническим прогрессом. Именно поэтому данный анализ позволяет грамотно скорректировать выбор необходимого оборудования, который заключается в оценке сильных и слабых сторон [8].

С целью выявления наиболее оптимального оборудования, приводятся наиболее важные аспекты, по которым происходит анализ с целью выявления наиболее подходящего оборудования среди конкурентов.

Среди наиболее важных аспектов анализа конкурентоспособности являются:

- технические характеристики продукции;
- конкурентоспособность продукции;
- стоимость продукции;
- положение продукции на рынке;
- наличие стандартизации и сертификации продукта .

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 2.1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырёх конкурентных продуктов [8].

Так как в работе рассматривается проектирование гидроэлектростанции, одним из главных элементов является автотрансформатор, который устанавливается между двумя распределительными устройствами различного напряжения, и служит связующим звеном для передачи электроэнергии. В данном научно-исследовательском проекте используется автотрансформатор фирмы “ЗТР”, для сравнения возьмем два наиболее продвинутых на отечественном рынке конкурента: это HUBERS и МЭТЗ.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [8]

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

Где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		<i>ЗТР</i>	<u>HÜBERS</u>	<i>МЭТЗ</i>	K_K	K_H	K_M
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,2	5	5	4	1	1	0,8
2. Надежность	0,2	5	5	4	1	1	0,8
3. Габаритные размеры	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
4. Ремонтпригодность	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
5. Потери электроэнергии	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							

1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
2. Транспортировка	0,03	5	3	3	0,15	0,09	0,09
3. Стоимость	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
4. Срок выхода на рынок	0,01	4	5	4	0,04	0,05	0,04
5. Наличие сертификации и стандартизации продукта	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Итого	1				4,84	4,78	3,9

По результатам оценочной карты можно сделать вывод, что наиболее подходящим оборудованием является фирма “ЗТР”. Превосходство данной фирмы над конкурентами обеспечивается за счет того, что продукция данного производителя широко распространена на отечественном рынке и пользуется заслуженной популярностью. Этого удалось достичь в первую очередь за счет надежности и качества.

2.2 Организация и планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научно-исследовательской работы собирается рабочая группа из двух человек, в которую входят научный руководитель и инженер. Далее составляется поэтапный перечень всех необходимых работ, выбирается оптимальное время их исполнения в рабочих днях и количество задействованных в работе человек [8].

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
Планирование	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретическое исследование	4	Подбор материалов и литературы по теме	Руководитель, инженер
	5	Изучение материалов и литературы	Инженер
	6	Выбор программного обеспечения	Руководитель, инженер
	7	Изучение программного обеспечения	Инженер
Практическое исследование	8	Расчет электрической части ГЭС	Руководитель, инженер
	9	Оптимальный выбор оборудования	Инженер
	10	Расчет защит	Инженер
Оформление отчета по НИР	11	Оценка итогов полученных результатов	Руководитель, инженер
	12	Составление отчета по проделанной работе	Руководитель, инженер

2.3 Линейное планирование

Для определения трудовых затрат необходимо рассчитать трудоемкость работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях. Для расчёта ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5},$$

Где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из расчётов трудоемкости работ, определяется время выполнения каждой i -ой работы (T_{pi}) по формуле

$$T_{pi} = t_{\text{ож}i} / \text{Ч}_i,$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для примера расчета, рассчитаем ожидаемую трудоемкость и продолжительность работы №5:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 14}{5} = 9,8;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i} = \frac{9,8}{1} = 9,8.$$

Также необходимо рассчитать длительность работ в календарных днях. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

Где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

Где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 1,2 \cdot 1,48 = 1,78$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа [8].

Все рассчитанные значения вносятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.3. - Календарный график

Номер работы	Трудоемкость работы			Исполнители (кол-во)	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini} чел-дни	t_{maxi} чел-дни	$t_{\text{ожи}}$ чел-дни			
1	2	5	3,2	2	1,6	3
2	1	3	1,8	2	0,9	2
3	1	3	1,8	2	0,9	2
4	10	20	14	2	7	11
5	7	14	9,8	1	9,8	15
6	1	5	2,6	2	1,3	2
7	7	14	9,8	1	9,8	15
8	30	50	38	2	19	29
9	7	14	9,8	1	9,8	15
10	1	5	2,6	1	2,6	4

11	10	20	14	2	7	11
12	7	14	9,8	2	4,9	8

На основе таблицы 2.3. выполняется календарное планирование. Обычно оно осуществляется с помощью построения планов-графиков проведения работ по каждому проекту.

Календарный план-график представлен в приложении А.

2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета научного исследования можно выделить следующие затраты:

- материальные затраты;
- оклады работников;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы);
- амортизация;
- накладные расходы.

2.5 Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научного исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot 1,3$$

Где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (20 % от $Z_{осн}$).

1,3 – коэффициент для г. Томска [10].

Основная заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

Где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{21}$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{ПР} + k_{Д}) \cdot k_{Р}$$

Где $Z_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{ПР} = 0,3$ – премиальный коэффициент;

$k_{Д} = 0,2$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{Р} = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_m = 23264,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 29010$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{29010}{21} = 1381,42$$

Основная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{осн} = 1381,42 \cdot 55 = 75978,1$$

Таблица 2.5 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45730	2160,47	22	47530,34
Инженер	14874,45	0,3	0,2	1,3	29010	1381,42	55	75978,1
Итого 123508,44								

2.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (12 % от $Z_{осн}$).

Дополнительная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 75978,1 = 9117,37$$

2.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

По установленному законодательству РФ необходимо производить отчисления в ФСС, ПФ и ФФОМС.

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по следующей формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) ,$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Величина отчислений инженера во внебюджетные фонды, руб.:

$$Z_{внеб} = 0,271 \cdot (85095,47) = 23060,87$$

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 статьи 58 закона № 212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6– Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	47530,34	5703,64
Инженер	75978,1	9117,37
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого 51930,7		

2.8 Амортизация

В данном пункте рассчитывается амортизация компьютерного оборудования, необходимых в исследовательской работе.

Расчет амортизации проводился следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2,$$

Где H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количествах лет;

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 100}{12} \cdot 4 = 6,67 \text{ тыс.руб.},$$

Где I – итоговая сумма в тыс.руб.;

m – время использования в месяцах;

Результаты расчета амортизации используемой техники представлены в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Расчет амортизации компьютерного оборудования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, тыс. руб.	Общая стоимость изделия, тыс. руб.
1	Компьютерное оборудование	2	40	80
Норма амортизации				0,33%
Амортизация				8,8 тыс. руб.

Таблица 2.8 – Расчет необходимого программного обеспечения для научного исследования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, тыс. руб.	Общая стоимость изделия, тыс. руб.
1	Microsoft Office Professional 2016 [9]	2	30	60
2	Microsoft Visio Professional 2016 [9]	1	29	29
Итого:				89 тыс. руб.
Норма амортизации				0,2%
Амортизация				5,93тыс. руб.

2.9 Накладные расходы и формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = ЗП \cdot k_{\text{нр}},$$

Где ЗП – заработная плата работников;

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов берется в размере 140%.

$$З_{\text{накл}} = 123508,44 \cdot 1,4 = 172911,8 \text{ руб.}$$

2.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
2. Заработная плата исполнителей работ	123508,44	27,74
3. Отчисления во внебюджетные фонды	51930,7	11,66
4. Амортизация	14733	1,5
5. Накладные расходы	172911,8	38,85
6. Бюджет затрат НИИ	445218	100

В данном разделе было произведено планирование научно-исследовательских работ. В ходе работы была сформирована группа и

сформулированы этапы выполнения последовательных работ, построена диаграмма Ганта, в которой указаны максимальные по длительности работы каждого из участников. Затем был произведен расчет бюджета научно-технических исследований. В итоге для проведения научного исследования необходимо 445218 руб. В результате выполнения работ получаем проект электрической части гидроэлектростанции мощностью 2000 МВт.