

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт: Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ эффективности работы регулирующей ступени при работе турбины на постоянном и скользящем начальном давлении

УДК 621.165.004-5.016

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Сапов Глеб Станиславович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Л.А.Беляев	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	С.Н.Попова	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.Э.Гусельников	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А.Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код резу льта та	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, и <i>современных</i> методов.

P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Специальность подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН

(Подпись) _____ (Дата) А.С. Матвеев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Сапову Глебу Станиславовичу

Тема работы:

Анализ эффективности работы регулирующей ступени при работе турбины на постоянном и скользящем начальном давлении
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	- турбина К-215-12,7 ЛМЗ; - данные научно-технической и учебной литературы, периодических изданий.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>аналитический обзор по литературным источникам с</i>	1. Введение. 2. Работа турбинной установки при скользящем начальном давлении – один из возможных путей повышения экономичности турбоустановки при

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).	переменном режиме. 3. Определение характеристик регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (постоянное начальное давление): - расчет и построение р-G и G-G диаграмма регулирующей ступени; - определение КПД регулирующей ступени в переменном режиме. 4. Определение характеристик регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (скользящее начальное давление): - изменение теплоперепада на регулируемую ступень при скользящем давлении; - определение КПД регулирующей ступени в переменном режиме. 5. Сравнение характеристик регулирующей ступени при работе в режимах постоянного и скользящего начального давления. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность. 8. Заключение.
--	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж регулирующей ступени - 1 лист; Иллюстрационный материал
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Попова С.Н. доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э. доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31 декабря 2015 года
--	------------------------------------

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 47 с., 11 рис., 11 табл., 11 источников литературы.

Ключевые слова: регулирующая ступень, переменные режимы работы, скользящее давление.

Объектом для исследования является регулирующая ступень турбины К-215-12,7 ЛМЗ.

Целью работы является сравнительный анализ эффективности работы регулирующей ступени турбины К-215-12,7 при различных программах регулирования мощности энергоблока.

В процессе выполнения работы поиск информации проводился в интернете, а также в специализированной литературе.

В результате выполнения данного дипломного проекта были получены характеристики регулирующей ступени турбины при работе с постоянным и начальным скользящим давлением, построены.

В экономической части работы был проведен анализ выработки мощности в регулирующей ступени.

Определения, сокращения, обозначения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Регулирующая ступень ЦВД (ЧВД) – первая ступень турбины при сопловом парораспределении.

Относительный лопаточный КПД - Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени.

Турбина - ротационный двигатель с непрерывным рабочим процессом и вращательным движением ротора.

Парораспределение - система подачи пара в турбину, которая регулируют расход и параметры подаваемого пара.

Дросселирование - понижение давления газа или пара при протекании через сужение проходного канала трубопровода.

В данной работе использовались обозначения, сокращения:

СНД – скользящее начальное давление

КПД – коэффициент полезного действия

ЧВД – часть высокого давления

Оглавление

Введение.....	10
1. Работа турбинной установки при скользящем начальном давлении – один из возможных путей повышения экономичности турбоустановки при переменном режиме.....	12
2. Определение характеристик регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (постоянное начальное давление)	14
2.1 Расчет и построение р-G и G-G диаграмм регулирующей ступени.....	19
2.2 Определение КПД регулирующей ступени в переменном режиме.....	21
3. Определение характеристик регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (скользящее начальное давление).....	23
3.1 Изменение теплоперепада на регулируемую ступень при скользящем начальном давлении.....	23
3.2 Определение КПД регулирующей ступени в переменном режиме..	
4. Сравнение характеристик регулирующей ступени при работе в режимах постоянного и скользящего начального давления.	24
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	26
5.1 Расчет выработки мощности.....	28
5.2. Календарный план проведения НИР.....	30
5.3. Составление сметы ВКР.....	32
6. Социальная ответственность.....	35
6.1 Производственная безопасность.....	37
6.2 Анализ опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации оборудования на предприятии.....	40
6.3 Экологическая безопасность.....	42
6.4 Безопасность в ЧС.....	43
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	44

Заключение.....	46
Список используемых источников.....	47

Графический материал: На отдельном листе
ФЮРА.311021.002 ВО Чертеж регулирующей ступени турбины К-215-12,7

Введение

Энергоблоки практически всех электростанций, использующих органическое топливо, работают не только на номинальной мощности, но и изменяют свою нагрузку. При снижении нагрузки энергоблока КПД турбины и котла заметно уменьшаются. Как при дроссельном, так и при сопловом парораспределении КПД турбины резко падает с уменьшением нагрузки в результате снижения расхода пара прикрытием регулирующих клапанов. При проектировании и эксплуатации энергоблоков должны обеспечиваться следующие условия:

- 1) изменение нагрузки не должно привести к снижению надежности энергоблока.
- 2) изменение нагрузки должно проходить с возможно меньшим по сравнению с номинальным режимом ухудшением показателей экономичности.

При регулировании мощности агрегата с помощью органа парораспределения турбины, паропроводы свежего пара и котел постоянно находятся под действием номинального начального давления. При регулировании мощности котлом, когда пропорционально изменяющееся начальное давление соответствует нагрузке агрегата, работа при пониженном давлении повышает долговечность металла поверхностей нагрева котла и идущих к турбине паропроводов. Также повышается надежность работы турбины. Так как давление пара перед турбиной меняется (скользит) соответственно нагрузке, а температура пара поддерживается постоянной, то неизменной оказывается температура в ответственных элементах турбины. Благодаря этому, как уже было сказано, повышается надежность работы турбины, улучшается ее способность к маневрированию.

Целью дипломной работы является сравнительный анализ эффективности регулирующей ступени турбины К-215-12,7 ЛМЗ при различных программах регулирования мощности энергоблока.

Для достижения указанной цели в работе поставлены следующие задачи:

- определить характеристики регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (постоянное начальное давление), рассчитать и построить p - G и G - G диаграммы регулирующей ступени, определить КПД регулирующей ступени.
- определить характеристики регулирующей ступени при переменном режиме работы турбины (скользящее начальное давление), рассчитать изменение теплоперепада на регулируемую ступень, определить КПД регулирующей ступени.
- сравнить характеристики регулирующей ступени при работе в режимах постоянного и скользящего начального давления.

Объектом дипломной работы является регулирующая ступень турбины К-215-12,7 ЛМЗ.

1 Работа турбинной установки при скользящем начальном давлении – один из возможных путей повышения экономичности турбоустановки при переменном режиме

При частичных нагрузках экономичность энергоблоков снижается из-за уменьшения абсолютного электрического КПД турбинной установки. Во всем регулировочном диапазоне нагрузок КПД котлоагрегатов меняется незначительно (в пределах одного процента) и лишь в небольшой степени сказывается на экономичности энергоблока. Причины снижения КПД турбоустановки – рост потерь на дросселирование пара в прикрытых регулирующих клапанах турбины; снижение относительного внутреннего КПД регулирующей ступени ЧВД и последних ступеней турбины.

Применение скользящего начального давления (СНД) является основным способом повышения экономичности блоков при малых нагрузках. Метод основан на пропорциональной зависимости расхода пара через турбину с открытыми клапанами от начального давления пара. В.Д. Кирпичников предложил этот метод в 30-е годы, как возможный способ регулирования нагрузки. Как известно, ТЭС с установками с промежуточным перегревом пара имеют блочную компоновку, что также благоприятно с точки зрения применения СНД. Для неблочных станций, когда котлоагрегаты работают на общую магистраль, СНД может применяться как в случае выделения отдельных блоков турбина-генератор, так и в целом для всей станции. В последнем случае появляется возможность отключения части питательных насосов и снижения расхода энергии на собственные нужды. Повышение экономичности работы турбинных установок при СНД происходит за счет увеличения внутреннего относительного КПД. Это обусловлено отсутствием потерь на дросселирование в регулирующих клапанах. Также при СНД пара достигается уменьшение затрат на привод питательного насоса.

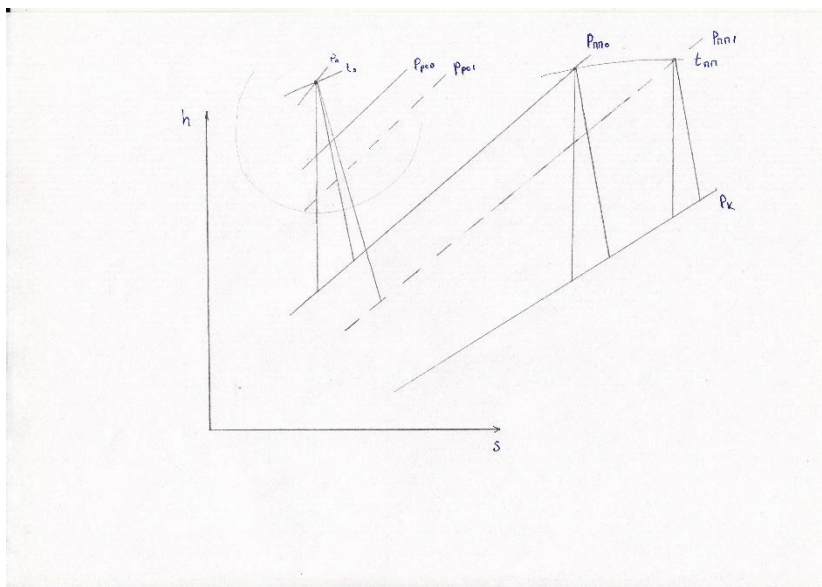


Рисунок 1 – процесс расширения пара в турбоустановке при постоянном начальном давлении

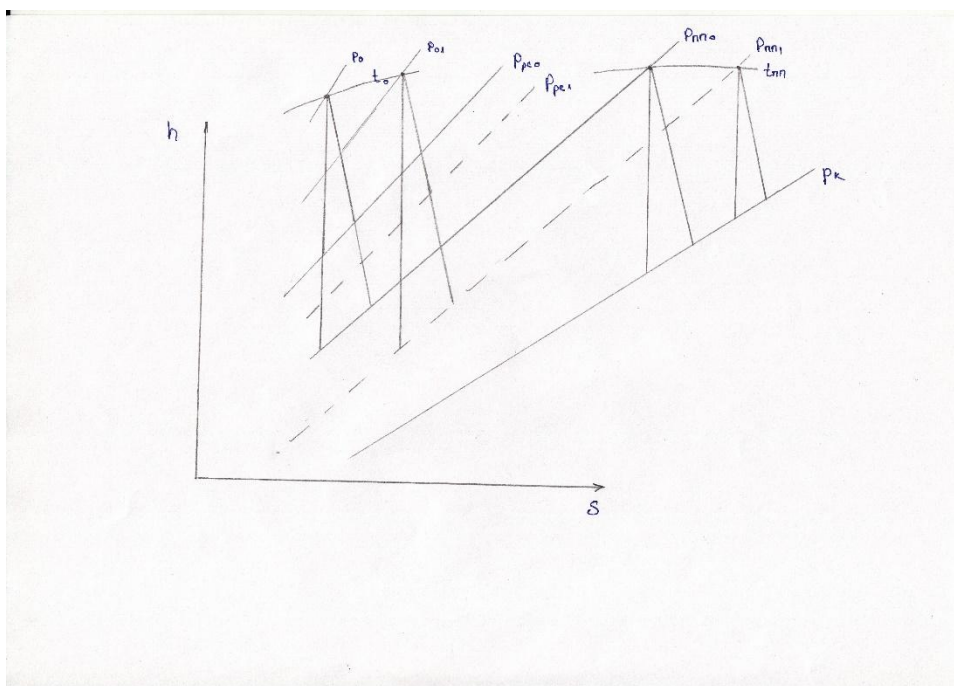


Рисунок 2 – процесс расширения пара в турбоустановке при скользящем начальном давлении

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Сапов Глеб Станиславович

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	бакалавриат	Направление	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

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

1. <i>Стоимость затрат технического проекта (ТП): на специальное оборудование, зарплату, страховые отчисления, прочие и накладные расходы</i>	Затраты на специальное оборудование определяются согласно стоимости оборудования по прейскурантам или по договорной цене. Заработная плата рассчитывается исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.
2. <i>Продолжительность выполнения технического проекта</i>	Приблизительная оценка продолжительности выполнения ТП составляет 120 календарных дней

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование и формирование графика работ по реализации ТП</i>	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным строится график инженерных работ, позволяющий лучше спланировать процесс реализации ТП
2. <i>Формирование сметы</i>	В процессе формирования сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: - материальные затраты ТП; - затраты на специальное оборудование; - полная заработная плата исполнителей; - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Сапов Глеб Станиславович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является анализ перспективности проведенных в ВКР проектных работ, определение продолжительности работ над проектом, а также определение финансовых затрат для реализации проекта и разработку.

Задача исследования

Провести сравнительный анализ выработки мощности в регулирующей ступени турбины К-215-12,7 ЛМЗ на основе полученных экспериментальных данных. Построить годовой график нагрузки энергоблока по продолжительности, на основе полученных экспериментальных данных. При заданном тарифе на электроэнергию (2 руб/Квт*ч) определить экономичный режим.

5.1 Расчет выработки мощности

Мощность регулирующей ступени

$$N = G \cdot H_0 \cdot \eta_{ол} \quad (19)$$

Таблица 6 – результаты расчета

G	Nснд	Nпост	$\Delta N = (N_{снд} - N_{пост})$
0,1	1756,484	3080,997	-1324,512
0,15	2628,585	5438,153	-2809,567
0,2	3494,383	7293,443	-3799,059
0,25	4357,661	10533,74	-6176,081
0,3	5212,199	10447,42	-5235,229
0,35	6056,18	10843,25	-4787,074
0,4	6902,514	11277,92	-4375,401
0,45	7733,547	12864,48	-5130,929
0,5	8568,349	14056,39	-5488,042
0,55	9397,523	15911,5	-6513,973
0,6	10221,63	13531,16	-3309,527
0,65	11030,21	14533,06	-3502,847
0,7	11832,11	14278,56	-2446,451
0,75	12642,56	15974,56	-3331,999
0,8	13432,09	16254,01	-2821,922
0,85	14237,52	15678,24	-1440,721

Продолжение таблицы 6

0,9	15009,25	14740,63	268,6150
0,95	15788,2	14523,2	1265,001
1	16551,01	16551,01	0

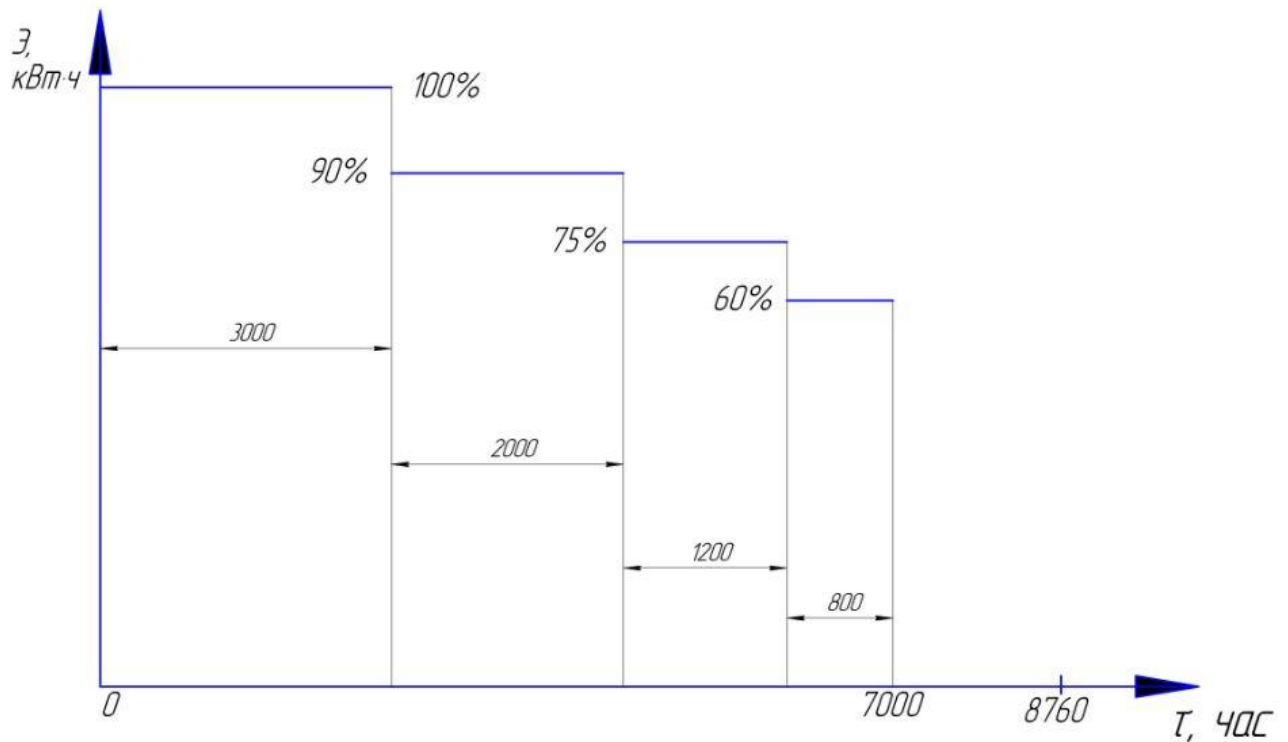


Рисунок 11 – годовой график нагрузки энергоблока по продолжительности

Рассчитаем выработку мощности в регулирующей ступени турбины К-215-12,7 ЛМЗ за 7000 часов (число часов использования максимума нагрузки)

Выработка мощности регулирующей ступени в год

$$\Delta N = (3000 \cdot 0) + (2000 \cdot 268,615) + (1200 \cdot (-3331,999)) + (800 \cdot (-3309,527)) = -6108790,4 \text{ (кВт} \cdot \text{ч)} \quad (20)$$

Отрицательное значение выработки мощности в регулирующей ступени, говорит нам о том что, применение СНД на турбоустановке К-215-12,7 ЛМЗ убыточно.

Зная тариф на электроэнергию получаем:

–6108790,4 · 2 = –12217580,8 рублей.

(21)

5.2 Календарный план проведения НИР

Календарный план отражает перечень необходимых работ для проведения исследования, а также количество исполнителей работ и длительность каждой работы.

Таблица 7 – Перечень работ и оценка времени их выполнения

№ п/п	Наименование работ	Количество исполните ль	Продолжительност ь, дней
1	Получение задания	Инженер	1
2	Аналитический обзор переменных режимов работы турбоустановок по литературным источникам	Инженер	10
3	Определение характеристик регулирующей ступени турбины при постоянном и скользящем начальном давлении	Инженер	30
4	Анализ результатов	Инженер	5
5	Написание раздела “Социальная ответственность”	Инженер	10
6	Написание раздела “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение”	Инженер	6
7	Оформление пояснительной записки ВКР	Инженер	7
8	Консультации	Научный руководител ь	5
	ИТОГО	Инженер	69
		Научный руководител ь	5

Таблица 8 – Календарный план-график проведения ОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				январ.		февр.			март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Получение задания	Студент	1																		
2	Аналитический обзор режимов работы турбины	Студент	10																		
3	Определение характеристик регулирующей ступени	Студент	30																		
4	Анализ результатов	Студент	5																		
5	Написание раздела социальная ответственность	Студент	10																		
6	Написание раздела финансовый менеджмент,	Студент	6																		
7	Оформление пояснительной записки ВКР	Студент	7																		
8	Консультации	Студент	5																		
		Руководитель	5																		

Обозначения:



- Руководитель



- Студент

Исходя из данной диаграммы можно сделать вывод, что общая продолжительность работы над проектом составляет 69 календарных дней. Основной объем работы выполняется студентом, а самой продолжительной работой над проектом является определение характеристик регулирующей ступени, занимающих 30 дней.

5.3 Составление сметы ВКР

Суммарные затраты на разработку темы или договорная цена на выполнение работы будет рассчитываться по формуле:

$$K_{\text{пр}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}}, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где $I_{\text{мат}}$ – материальные затраты;

$I_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники;

$I_{\text{зп}}$ – заработная плата сотрудников;

$I_{\text{со}}$ – социальные отчисления;

$I_{\text{пр}}$ – прочие затраты;

$I_{\text{накл}}$ – накладные расходы;

а) Оценим затраты на материалы. К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по средней рыночной стоимости на 2016 год по соответствующим ценникам и приведена в таблице 17.

Таблица 9 – Материальные затраты научного проекта

№ п/п	Наименование	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1	Бумага для принтера А4	1 пач.	170	170
2	Картридж для принтера	1 шт.	400	400

Продолжение таблицы 9

3	Ручка шариковая	5 шт.	20	100
4	Карандаш чертежный	1 шт.	60	60

Итого: 730 рублей.

б) Амортизация компьютерной техники вычисляется по следующей формуле:

$$I_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}} = \frac{69}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{7} = 675 \text{ руб/год}, \quad (2)$$

где $T_{\text{исп}}$ – время использования компьютерной техники, дней;

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

$C_{\text{кт}}$ – стоимость компьютерной техники, руб.;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы компьютерной техники, лет;

в) Заработная плата сотрудников:

Инженер: $I_{\text{зп}}^{\text{инж}} = 3P_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб};$

Научный руководитель: $I_{\text{зп}}^{\text{нр}} = (3P_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2 = (23300 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,3 = 36179 \text{ руб};$

где $3P_0$ – месячный оклад (инженер – 14300 руб., научный руководитель, доцент – 23300 руб.);

K_1 - коэффициент, учитывающий отпуск, равный 1,1 (10%);

K_2 - районный коэффициент, равный 1,3 (10%);

Д – доплата за интенсивность труда (научный руководитель, доцент - 2200 руб.).

Фактическая заработная плата:

Инженер: $I_{\text{зп}}^{\text{факт.инж}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{инж}}}{21} \cdot n = \frac{20735}{21} \cdot 111 = 109599 \text{ руб};$

Научный руководитель: $I_{\text{зп}}^{\text{факт.нр}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{нр}}}{21} \cdot n = \frac{36179}{21} \cdot 18 = 31011 \text{ руб};$

где n – количество отработанных дней;

$I_{\text{со}}$ - затраты на социальные отчисления, составляют 30% от ФЗП

где $\PhiЗП = I_{зп}^{\text{факт.инж}} + I_{зп}^{\text{факт.нр}} = 109599 + 31011 = 140610 \text{ руб}$

$$I_{со} = \frac{30 \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{30 \cdot 140610}{100} = 42183 \text{ руб}$$

$I_{пр}$ – прочие затраты, составляют 10% от суммы всех остальных затрат;

$$\begin{aligned} I_{пр} &= \frac{10 \cdot (I_{мат} + I_{ам} + I_{зп} + I_{со} + I_{накл})}{100} = \\ &= \frac{10 \cdot (720 + 675 + 109599 + 42183 + 113828)}{100} = 26700,5 \text{ руб} \end{aligned}$$

$I_{накл}$ - накладные расходы, составляют 200% от $\PhiЗП$

$$I_{накл} = \frac{200 \cdot \PhiЗП}{100} = \frac{200 \cdot 140610}{100} = 281220 \text{ руб}$$

Теперь мы можем найти сумму капитальных затрат на проект:

$$\begin{aligned} K_{пр} &= I_{мат} + I_{ам} + I_{зп} + I_{пр} + I_{со} + I_{накл} = \\ &= 730 + 675 + 109599 + 26700,5 + 42183 + 281220 = \\ &= 461107,5 \text{ руб} \end{aligned}$$

Таблица 10 – Материальные затраты научного проекта.

Элементы затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	730
Затраты на амортизацию	675
Затраты на заработную плату	109599
Затраты на социальные отчисления	42183
Прочие затраты	26700,5
Накладные расходы	281220
Итого:	461107,5

Проанализировав полученные данные и построив годовой график нагрузки энергоблока по продолжительности, выяснили, что применение СНД на турбине К-215-12,7 ЛМЗ убыточно.