

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 05 ” 06 2024 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект АЭС мощностью 2000 МВт с модернизацией тепловых схем  
турбоустановок**

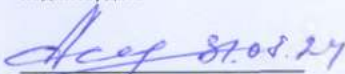
Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся  
группы 10608119

 30.04.24  
подпись, дата

Д.Л. Кислый

Руководитель

 27.05.24  
подпись, дата

А.В. Седнин

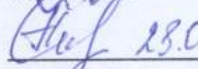
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 27.05.2024  
подпись, дата

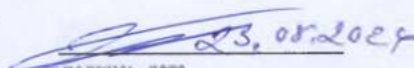
Е.П. Корсак

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

 28.05.2024  
подпись, дата

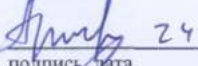
И.А. Некало

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ АЭС

 23.05.2024  
подпись, дата

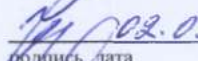
Г.Т. Кулаков

по разделу «Электрическая часть АЭС»

 24.05.2024  
подпись, дата

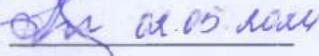
К.И. Артёменко

по разделу «Охрана окружающей среды»

 02.05.2024  
подпись, дата

Н.Б. Карницкий

по разделу «Охрана труда»

 02.05.2024  
подпись, дата

О.В. Абметко

Ответственный за нормоконтроль

 04.06.2024  
подпись, дата

Е.В. Пронкевич

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 178 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 178 страниц, 63 рисунков, 39 таблицы, 31 источников.

АЭС МОЩНОСТЬЮ 2000 МВт, РЕАКТОР ВВЭР-1000, ПАРОТУРБИНАЯ УСТАНОВКА К-1000-60/1500, МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕПАРАТОРОВ-ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР.

Объектом разработки является проект строительства атомной электростанции мощностью 2000 МВт на территории Республики Беларусь и рассмотрение особенностей контроля сварных соединений конденсатора турбины. Проектируется двухконтурная АЭС на базе реакторов ВВЭР-1200 с установкой конденсационных турбин К-1000-60/1500-2, работающих на насыщенном паре, производимом парогенераторами горизонтального типа.

Целью проекта является изучение всех аспектов строительства станции: экономическое обоснование строительства, выбор основного и вспомогательного оборудования тепловой и электрической частей станции, вопросы охраны труда и охраны окружающей среды, выбор топливного хозяйства, описание системы технического водоснабжения, описание водно-химического режима станции.

В ходе выполнения проекта были произведены следующие исследования (разработки): произведен расчет принципиальной тепловой схемы блока и укрупненный расчет парогенератора, были выбраны конденсационные, питательные и циркуляционные насосы, а также теплообменные аппараты, были рассмотрены вопросы автоматизации технологических процессов и АСУ.

Приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние сконструированного объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственное производственное объединение электроэнергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energo.by/>. – Дата доступа: 01.02.2023.
2. Методическое пособие по дисциплине «Экономика ядерной энергетики» для студентов специальностей 1-43 01 08 – «Паротурбинные установки атомных электрических станций» [Электронный ресурс] / Кафедра «Экономика и организация энергетики», сост. Нагорнов В.Н. – Электронные данные. – БНТУ, 2016.
3. Атомные электрические станции. Курсовое проектирование: учебное пособие / Седнин А.В., Карницкий Н.Б., Богданович М.Л. – Минск: Высшая школа, 2010. — 150 с. с ил.
4. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. В 4 книгах / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. — 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 608 с.
5. Сорокин, В.В., Парогенераторы атомных электрических станций: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.В. Сорокин, Н.Б. Карницкий. - Минск: БНТУ, 2013. – 72 с.
6. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. В 4 книгах / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. — 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
7. Чиж, В. А., Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. / В. А. Чиж [и др.]. — Минск: БНТУ, 2015. — 105 с.
8. Неклепаев, Б.Н., Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие для вузов/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. — 608 с.
9. Булат, В.А., Электрическая часть электрических станций и подстанций: учебно-методическое пособие для практических занятий: в 2 ч. Ч.1 / В.А. Булат [и др.]. — Минск: БНТУ, 2014. – 53 с.
10. Рожкова, Л.Д., Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для сред. проф. образования/ Л.Д. Рожкова, Л.К. Корнеева, Т.В. Чиркова. - М.: Издательский дом «Академия», 2004. - 448 с.
11. Кулаков, Г.Т., Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования. –Мн.: Высшая школа, 1984 г., 192 с.



12. Кулаков, Г.Т., Анализ и синтез систем автоматического регулирования. – Мн.: Технопринт, 2003 г., 134 с.
13. Кулаков, Г. Т., Кулаков А. Т. Теория автоматического управления. Учебно-методическое пособие. – Минск: БНТУ, 2017. – 133 с.
14. Кузмицкий, И.Ф., Кулаков Г.Т. Теория автоматического управления. –Мн.: БГТУ, 2010 г., 574 с.
15. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учебное пособие / Г.Т. Кулакова [и др.]; под редакцией Г.Т. Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. - 238 с.
16. Демченко, В.А., Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: Уч. Пособие / В.А. Демченко - Одесса: Астропринт, 2001. – 308 с.
17. Автоматизированные систему управления технологическими процессами АЭС и ТЭС: материалы II Международной научно-технической конференции. – Минск: БУГУИР, 2021 – 295 с.
18. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами; под редакцией Г.Т. Кулакова.- Минск: Вышэйшая школа, 2022.
19. Обеспечение экологической безопасности АЭС, построенных по российскому проекту АЭС-2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[http://sosny.bas.net.by/wpcontent/uploads/2013/09/inform\\_6.pdf](http://sosny.bas.net.by/wpcontent/uploads/2013/09/inform_6.pdf). – Дата доступа: 27.03.2020.
20. Жабо, В. В., Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС / В.В. Жабо. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
21. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии России, 2009.
22. Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 № 1982-XII (ред. от 18.06.2019, с изм. от 18.12.2019) «Об охране окружающей среды».
23. Научно-методическое обеспечение работ по созданию комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения на радиоактивно загрязненных территориях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/363091/>. – Дата доступа: 29.03.2020.
24. Баклушин, Р.П., Эксплуатация АЭС. Ч. I. Работа АЭС в энергосистемах. Ч. II. Обращение с радиоактивными отходами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.П. Баклушин . – М. : НИЯУ МИФИ, 2011 . – 304 с.
25. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Защита от ионизирующих излучений» для специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Техническая физика» ; сост. С. М. Качан. – Минск : БНТУ, 2016.
26. Онуфриенко, С.В., Современные проекты АЭС российского дизайна. Безопасность. Экономичность./ Онуфриенко С.В. – Санкт-Петербург, 2012.

27. Безопасность российских АЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosatom.ru/about-nuclear-industry/safety-russian-npp/>.

28. Цыганкова, С. Д., Государственный надзор и контроль за охраной труда энергетической отрасли Республики Беларусь / С. Д. Цыганкова; науч. рук. Л. П. Филянович // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XX Республиканской студенческой научно-технической конференции, Минск, 17–18 апреля 2019 года. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 167–168.

29. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь №43 от 12.10.2017: «О некоторых вопросах обращения с радиоактивными отходами атомных электростанций»;

30. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь №142 от 31.12.2015: «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при обращении с радиоактивными отходами»;

31. Легкоступова, В.В., Судаков А.В. Модернизация сепараторов-пароперегревателей энергоблоков АЭС с реакторами ВВЭР // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Т.23. №3. С.61–73. DOI: 10.18721/JEST.230306