

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 7 ” 06 2022 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект АЭС с двумя энергоблоками К-1200**

Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся  
группы 10608117

  
подпись, дата

**Д.С. Ястремский**

Руководитель

  
подпись, дата

**А.В. Седнин**  
к.т.н., доцент

Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

  
подпись, дата 21.04.22.

**В.Н. Нагорнов**  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

  
подпись, дата 26.05.22

**В.А. Романко**  
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ АЭС»

  
подпись, дата 16.05.22

**Г.Т. Кулаков**  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть АЭС»

  
подпись, дата 21.04.22

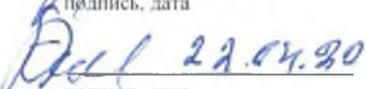
**Я.В. Потачин**  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

  
подпись, дата 24.04.2022

**Н.Б. Карницкий**  
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

  
подпись, дата 22.04.20

**Л.П. Филянович**  
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

  
подпись, дата 07.06.2022

**Е.В. Пронкевич**  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 165 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 165 с, 38 рисунка, 45 таблиц, 29 источников.

АТОМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ВОДО-ВОДЯНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР, ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩАЯ СБОРКА, ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ, СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ.

Объектом разработки является АЭС с реакторами ВВЭР-1200 и турбоустановками К-1200-6,8/50.

Целью проекта является проектирование двух блоков АЭС с реакторами ВВЭР-1200 и турбоустановками К-1200-6,8/50.

В процессе выполнения данного проекта были спроектированы два блока АЭС общей мощностью 2400 МВт, выбрано основное и вспомогательное оборудование, рассчитана принципиальная тепловая схема блока, произведен теплогидравлический расчет парогенератора, описано топливное хозяйство АЭС, описана система технического водоснабжения, описан воднохимический комплекс, произведен расчет токов короткого замыкания и выбраны электрические аппараты, описана автоматизированная система управления технологическими процессами, рассмотрены вопросы охраны труда, представлена компоновка главного корпуса и генеральный план станции, выполнен расчет технико-экономических показателей данного проекта. В качестве специального задания представлены методы увеличения маневренной мощности АЭС.

В ходе работы подтверждено, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса (разрабатываемого объекта), все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГПО Белэнерго [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.energo.by/>
2. Нагорнов, В.Н. Методическое пособие по дисциплине «Экономика ядерной энергетики» для студентов специальностей 1-43 01 08 – «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.Н. Нагонов. – Минск: БНТУ, 2016. – 54 с.
3. Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации РБ [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.energoeffekt.gov.by/supervision/framework/information/20210204\\_cost22](https://www.energoeffekt.gov.by/supervision/framework/information/20210204_cost22)
4. Трухний, А.Д. Паротурбинная установка энергоблоков Балаковской АЭС: учебное пособие / А.Д. Трухний, А.Е. Булкин. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 276 с.
5. Седнин, А.В. Атомные электрические станции. Курсовое проектирование: учебное пособие/ А.В. Седнин, Н.Б. Карницкий, М.Л. Богданович. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 150 с.
6. 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.
7. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. В 4 т./ под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – Т. 4. – 608 с.
8. Зверков, В.В. Эксплуатация ядерного топлива на АЭС с ВВЭР / В.В. Зверков. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 96 с.
9. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химический режим теплостанций: учебно-методическое пособие для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции» и 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»/ В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий. – Мн.: БНТУ, 2004. – 100 с.
10. 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.
11. Чергинцев, А.К. Проектирование электрической части атомных электростанций: учебное пособие/ А.К. Чергинцев, Ю.М. Шаргин. – Ленинград: ЛПИ, 1984. – 79 с.
12. 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.

13. Кулаков Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования. – Мн.: Высшая школа, 1984 г.
14. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования / Г.Т. Кулаков. - Минск.: УП «Технопринт», 2003 - 153 с.
15. Плетнев, Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций: учебник для техникумов/ Г.П. Плетнев. - 3-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 344 с.
16. Трухний, А.Д., Ломакин, Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: учебное пособие для вузов. /Трухний, А.Д., Ломакин, Б.В.– М.: Издательский дом МЭИ, 2002 г. – 610 с.
17. Кулаков, Г.Т. Теория автоматического управления теплоэнергетических процессов / Г.Т Кулаков – М.: Высшая школа, 2017г. – 240 с.
18. Скачек, М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие для вузов / М.А. Скачек. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
19. А. М. Лазаренков. Охрана труда: учебное пособие / А. М. Лазаренков – Минск: БНТУ, 2004. – 497 с.
20. Острейковский, В.А. Эксплуатация атомных станций: учебник для вузов /В.А. Острейковский - Москва: Энергоатомиздат, 1999. – 267 с.
21. Моргулова, Т.Х. Атомные электрические станции: учебник для вузов / Т.Х. Моргулова. – М.: Высшая школа, 1978. – 360 с.
22. Принципы обеспечения безопасности АЭС [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс для студентов специальности: 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Тепловые электрические станции»; сост. В. А. Романко. – Минск: БНТУ, 2017.
23. Лазарев, Д. А. Анализ аварии типа ННУЭ «неконтролируемое извлечение рабочей группы ОР СУЗ ВВЭР-1200 на мощности» / Д. А. Лазарев. – Молодежный научный вестник, 2018. – № 6. – С. 109–118.
24. Safety of nuclear power plants : design : specific safety requirements. — Vienna :International Atomic Energy Agency, 2012. (IAEA safety standards series, ISSN 1020-525X; no. SSR-2/1) STI/PUB/1534 ISBN 978-92-0-121510-9.
25. Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности : Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 13 апреля 2020 г., № 15 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2020. – 8/35667.
26. GRS – P - 1 / Vol. 1. ATHLET Mod 2.1 Cycle A. User's manual. G.Lerchl, H.Austregesilo. Gesellschaft fur anlagen- und reactorsicherheit mbH. 2006.

27.GRS – P - 1 / Vol. 4. ATHLET Mod 2.1 Cycle A. Models and methods. H.Austregesilo, C.Bals, A.Hora, G.Lerchl, P.Romstedt. Gesellschaft fur anlagen und reactorsicherheit mbH. 2006.

28.GRS – P - 1 / Vol. 3. Rev. 1. ATHLET Mod 2.1 Cycle A. Validation. G.Lerchl, H.Austregesilo, H.Glaeser, M.Hrubisko, W.Luther. Gesellschaft fur anlagen und reactorsicherheit mbH. 2006.

29.Дубковский, В. А. Повышение маневренности ядерных энергоблоков путем производства магнегаза во время снижения электропотребления, 2019 / Дубковский, В. А., Королёв, А. В., Комарова, Я. О.-Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина