

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

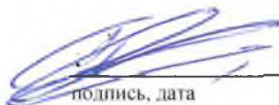
« 10 » 08 2022 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект АЭС мощностью 2000 МВт с разработкой методов  
регулирования неравномерности электропотребления**

Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся  
группы 10608117

  
подпись, дата

**А.Ю. Полещук**

Руководитель

  
подпись, дата

**В.И. Назаров**  
к.т.н., доцент

Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

  
подпись, дата 19.05.22.

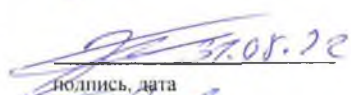
**В.Н. Нагорнов**  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

  
подпись, дата 31.05.22.

**В.А. Романко**  
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ АЭС»

  
подпись, дата 31.05.22

**Г.Т. Кулаков**  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть АЭС»

  
подпись, дата 19.05.2022

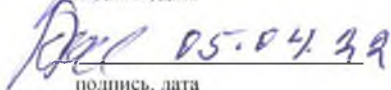
**Я.В. Потачиц**  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

  
подпись, дата 16.05.2022.

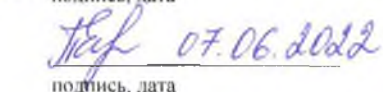
**Н.Б. Карницкий**  
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

  
подпись, дата 05.04.22

**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 – 192 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 192 с., 53 рис., 28 табл., 31 источник.

### ПРОЕКТ АЭС МОЩНОСТЬЮ 2000 МВт С РАЗРАБОТКОЙ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Объектом разработки является АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбоустановками К-1000-60/3000.

Целью проекта является проектирование двух блоков АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбоустановками К-1000-60/3000.

В процессе выполнения данного проекта были спроектированы два блока АЭС общей мощностью 2000 МВт, выбрано основное и вспомогательное оборудование, рассчитана принципиальная тепловая схема блока, 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 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. Нагорнов. – 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. Чергинец, А.К. Проектирование электрической части атомных электростанций: учебное пособие/ А.К. Чергинец, 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. – 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. Лазаренков, А.М. 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. Романко, В.А. 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. Андрушечко, С. А. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрушечко, А. М. Афров, Б. Ю. Васильев, В. Н. Генералов, К. Б. Косоуров, Ю. М. Семченков, В. Ф. Украинцев. – М.: Логос, 2010. – 604 с.
30. Лихута, А. В. Пневмоаккумулирующие установки для сглаживания графиков суточной нагрузки / А. В. Лихута, Е. А. Олизарович ; науч. рук. В. И. Назаров // Актуальные проблемы энергетики : материалы 72-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 501–503.
31. Назаров, В.И. Анализ привлечения ТЭЦ, работающей по тепловому графику, к прохождению провалов графиков электрической нагрузки / В. И. Назаров, Л. А. Тарасевич, П. В. Назаров // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2013. – № 5. – С. 56–64.