

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий


“ 9 ” 06 2020 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект АЭС с разработкой математического обеспечения  
оптимизации регулятора питания парогенератора**

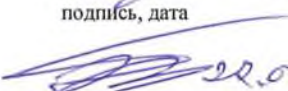
Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся  
группы 10608115

 08.06.2020  
подпись, дата

Б.А. Уласевич

Руководитель

 22.06.20  
подпись, дата

Г.Т. Кулаков  
д.т.н., профессор


Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 27.05.20  
подпись, дата

В.Н. Нагорнов  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

 28.05.20  
подпись, дата

В.А. Чиж  
к.т.н., доцент

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ АЭС»

 22.06.20  
подпись, дата

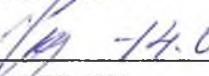
Г.Т. Кулаков  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть АЭС»

 22.06.2020  
подпись, дата

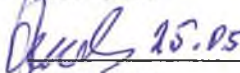
Я.В. Потачиц  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

 14.04.2020  
подпись, дата

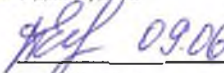
Н.Б. Карницкий  
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

 25.05.2020  
подпись, дата

Л.П. Филянович  
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

 09.06.2020  
подпись, дата

Е.В. Пронкевич  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 231 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц

Минск 2020

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 231 с., 74 рис., 43 табл., 21 источников.

АТОМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, РАЗВИТИЕ  
ЭНЕРГЕТИКИ, ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРА ПИТАНИЯ  
ПАРОГЕНЕРАТОРА, ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Объектом разработки является АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбинами К-500.

Целью проекта является проектирование двух блоков АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбинами К-500-60/1500.

В процессе выполнения данного проекта были спроектированы два блока АЭС, общей мощностью 2000 МВт, выбрано основное (турбина К-500-60/1500 и два реактора ВВЭР-1000) и вспомогательное оборудование, рассчитана принципиальная тепловая схема блока, произведен теплогидравлический расчет парогенератора, описано топливное хозяйство АЭС, описана система технического водоснабжения, описан водно-химический комплекс, произведён расчёт токов КЗ и выбраны электрические аппараты, описаны АСУ турбины и парогенератора, рассмотрены вопросы охраны труда, представлена компоновка главного корпуса и генеральный план станции, выполнен расчет технико-экономических показателей данного проекта. В качестве специального задания проведена разработка математического обеспечения оптимизация регулятора питания парогенератора.

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. 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, С.М. Денисов – Минск : БНТУ, 2016. – 54 с.
2. Атомные электрические станции [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. Седнин А.В., сост. Карницкий Н.Б. . – Электронные данные. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by>
3. 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.
4. Моргулова, Т.Х. Атомные электрические станции: учебник для вузов / Т.Х. Моргулова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1978. - 360 с.
5. Вукалович М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара./ М.П.Вакулович. – М. – Л.: Энергия, 1965. – 400 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 томах/ под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - Т. 4. - 608 с.
8. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов/ Стерман, Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. - М.:Издательский дом МЭИ, 2008 – 464 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. - Минск : 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. Автоматизированные системы управления технологическими процессами электростанций [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс для студентов специальности: 1-53 01 04 "Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами" / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Тепловые электрические станции"; сост.: Г. Т. Кулаков, В. В. Кравченко. – БНТУ, 2017.
12. Математическое моделирование переходных процессов трехимпульсной системы автоматического регулирования питания водой парогенератора на сброс нагрузки / Кулаков Г. Т., Кулаков А. Т., Кухоренко А. Н. // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ - Энергетика : международный научно-технический журнал. - 2014. - №1. - С. 57 - 64.
13. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т.Кулаков [и др]; под ред. Г.Т.Кулакова. - Минск: Вышэйшая школа. 2017. – 238 с.: ил.
14. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем: справ. пособие / Г.Т.Кулаков. – Минск: Вышэйшая школа, 1984. – 192 с.: ил.
15. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС [Текст] / В.А. Демченко. – Одесса: Астропринт, 2001. – 305 с.
16. Кузьминский И.Ф. Теория автоматического управления: учеб. пособие / И.Ф. Кузьминский, Г.Т. Кулаков. – Минск: БГТУ, 2010. – 574 с.
17. 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.
18. Лазаренков, А. М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В. П. Бубнов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 655 с.
19. Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электростанции: Учебник для вузов / Л. С. Стерман, С. А. Тевлин, А. Т. Шарков, – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 456 с.
20. Марков, Ю.В., Введение в разработки и обоснования технических характеристик и безопасности эксплуатации реакторных установок типа ВВЭР/ Ю.В. Марков, В.А. Сидоренко, – М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2013. – 176 с.
21. Бородин, А. О., Роль ядерной энергетики в современном мире. Безопасность и стоимость / А. О. Бородин, Б. Н. Оныкий, А. Г. Ананьева //

Вестник «ЮНИДО в России» [Электронный ресурс]. – 2004. - №4. – Режим доступа: <http://www.unido-russia.ru>