

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

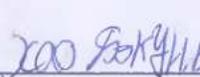
“ 05 ”  2024 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

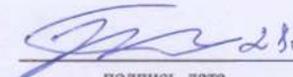
**Проект ТЭС с разработкой инвариантной каскадной системы  
автоматического регулирования для объектов с самовыравниванием**

Специальность 1 - 53 01 04 Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами

Обучающийся  
группы 10606120

 29.04.2024 Хао Бокунь  
подпись, дата

Руководитель

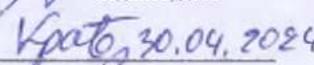
 28.04.2024 Г.Т. Кулаков  
подпись, дата

Консультанты:

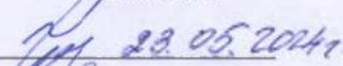
по разделу «Экономическая часть»

 30.04.2024 Е.П. Корсак  
подпись, дата

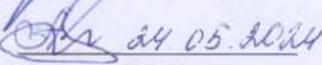
по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

 30.04.2024 В.В. Кравченко  
подпись, дата

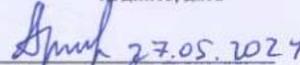
по разделу «Охрана окружающей среды»

 28.05.2024 Н.Б. Карницкий  
подпись, дата

по разделу «Охрана труда»

 24.05.2024 О.В. Абметко  
подпись, дата

по разделу «Электрическая часть ТЭС»

 27.05.2024 К.И. Артеменко  
подпись, дата

Ответственный за нормоконтроль

 29.05.2024 С.И. Ракевич  
подпись, дата

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 163 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2024

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 163 с., 54 рис., 40 табл., 26 источников.

**ТЭС, ТЭЦ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ, ТУРБИНА, КОТЛОАГРЕГАТ, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН.**

Объектом разработки является отопительная ТЭС мощностью 540 МВт с основным топливом в виде природного газа и резервным в виде мазута.

Цель проекта – проектирование ТЭС с разработкой инвариантной каскадной системы автоматического регулирования для объектов с самовыравниванием

В процессе проектирования выполнены следующие исследования (разработки): осуществлен выбор основного оборудования и экономическое обоснование строительства станции; произведены расчет принципиальной тепловой схемы энергоблока Т-180/210-130 и укрупненный расчет котлоагрегата ТГМЕ-206; выбрано вспомогательное тепломеханическое оборудование; разработан генеральный план станции; осуществлен расчет электрической части ТЭС и т.д.

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

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагорнов, В.Н. Организация производства и управление предприятием: методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» / В.Н. Нагорнов, И.А. Бокун. – Минск: БНТУ, 2011. – 68 с.
2. ДЕПАРТАМЕНТ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://energoeffect.gov.by/supervision/framework/information>.
3. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2003 — 648 с.: ил. — (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).
4. Александров, А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара / А.А. Александров, С.Л. Ривкин. - Минск: Энергия, 1980. – 80 с.
5. Седнин, А.В. Тепловые электрические станции. Расчет тепловой схемы и выбор вспомогательного оборудования : учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / А.В. Седнин, П.Ю. Марченко, Ю.Б. Попова. - Минск : БНТУ, 2007. - 92 с.
6. Жихар, Г.И. Тепловой расчет парогенераторов: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплинам «Парогенераторы ТЭС» и «Котельные установки ТЭС» / Г.И. Жихар. – Минск: БНТУ, 2011. – 249 с.
7. Григорьев, В.А. Тепловые электрические станции / В.А. Григорьев, В.М. Зорина. - Минск: Энергоатомиздат, 1989. - 436 с.
8. Теплообменное оборудование паротурбинных установок : Отраслевой кат.: 20-89-09 / ЦНИИТЭИтяжмаш. Ч. 1.
9. StudFiles [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://studfile.net/preview/2899655/page:10/>.
10. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэлектростанций: Учебно-метод. пособие для студ. дневной и заочной форм обучения спец. 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.
11. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. — М.-Л.: Энергия, 1967. — 400 с.; переиздание 1976, последнее — в 1987 г. — посмертное с участием В.Я. Гиршфельда, С.В. Цанева, И.Н. Тамбиевой, Л.А. Рихтера, Е.И. Гаврилова и др.
12. Автоматизация водоподготовки и водно-химических режимов [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.: В. В. Кравченко, В. А. Чиж, А. В. Нерезько. – Минск : БНТУ, 2016.

13. Справочные сведения по синхронным генераторам тепловых и атомных электростанций : материалы для курсового и дипломного проектирования по электрической части электрических станций и подстанций / сост. В. Н. Мазуркевич ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Электрические станции". – Минск : БНТУ, 2010. – 55 с. : ил.

14. Электрические сети [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://leg.co.ua/info/transformatory/>.

15. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.

16. Неклепаев, Б.Н., Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособия для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.

17. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов / Г.П. Плетнев. – 4-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с., ил.21. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования: Спр. пособие. Мн.: Высш. Шк., 1984.

18. Экология энергетики [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.: Н. Б. Карницкий, В. А. Чиж, А. В. Нерезько. – Минск : БНТУ, 2016.

19. ТКП 474-2013 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : [https://mchs.gov.by/upload/iblock/acd/d6yozk1txuvkgx24iny12r6zpz0ha2wyl/TKP-474\\_2013-1\\_2\\_3\\_4\\_.pdf](https://mchs.gov.by/upload/iblock/acd/d6yozk1txuvkgx24iny12r6zpz0ha2wyl/TKP-474_2013-1_2_3_4_.pdf).

20. СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://bpsignal.by/documentationcitation/sn-20205-2020-pozharnaia-bezopasnost-zdani-i-sooruzhenii>.

21. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А. С. Клюев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский, А. А. Клюев; Под ред. А. С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

22. УСТРОЙСТВО ЗАДАЮЩЕЕ ЗУ50 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : [https://file.mzta.ru/zu50\\_re.pdf](https://file.mzta.ru/zu50_re.pdf).

23. КВ.PWR – МОДУЛЬ ПИТАНИЯ [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://admenergo.by/p180038241-kbpwr-modul-pitaniya.html>.

24. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЕЙНОГО РЕГУЛЯТОРА БУ21 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : [https://file.mzta.ru/bu21\\_re.pdf](https://file.mzta.ru/bu21_re.pdf).

25. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования: Спр. пособие – Мн.: Выш. шк., 1984. – 192 с., ил.

26. Теория автоматического управления : учебное пособие / Г. Т. Кулаков [и др.] ; под ред. Г. Т. Кулакова. – Минск : Вышэйшая школа, 2022. – 197 с. : ил.