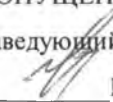


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

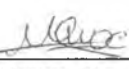
“ 4 ”  2022 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект отопительной ТЭЦ-220 МВт**

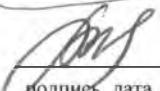
Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся  
группы 10604217

 30.05.2022  
подпись, дата

**М.А. Коско**

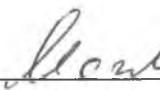
Руководитель

 02.06.22  
подпись, дата

**В.А. Романко**  
ст. преподаватель


Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 26.05.22  
подпись, дата

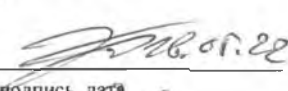
**В.Н. Нагорнов**  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

 16.05.22  
подпись, дата

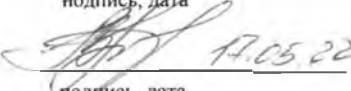
**В.А. Романко**  
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ ТЭС»

 26.05.22  
подпись, дата

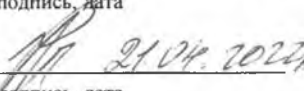
**Г.Т. Кулаков**  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»

 17.05.22  
подпись, дата

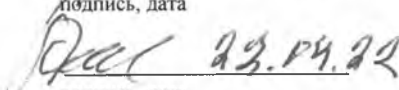
**Я.В. Потачиц**  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

 21.04.2022  
подпись, дата

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

по разделу «Охрана труда»

 23.04.22  
подпись, дата

**Л.П. Филянович**  
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

 02.06.22  
подпись, дата

**Н.В. Пантелей**  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 153 страниц;

графическая часть – 8 листов;

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

Минск 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 155 с., 68 рис., 34 табл., 36 источников

### ТЭЦ, ТУРБИНА, ПАРОВОЙ КОТЕЛ, МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Целью настоящего дипломного проекта является проектирование отопительной ТЭЦ мощностью 220 МВт.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования: выбрано и экономически обосновано основное оборудование станции; рассчитана принципиальная тепловая схема энергоустановки; произведён укрупнённый тепловой расчёт котлоагрегата; на основании произведенных расчётов выбрано вспомогательное оборудование турбинного и котельного цехов; описаны основные характеристики топливного хозяйства ТЭЦ; выбрана оптимальная схема водоподготовки и водно-химический режим; произведен расчет величин токов короткого замыкания и в соответствии с ними выбраны электрические аппараты ТЭЦ; выбраны и описаны основные подсистемы АСУ ТП ТЭС; в разделе охрана окружающей среды выполнены расчёты вредных выбросов при работе станции на основном и резервном топливе, определена высота дымовой трубы; рассмотрен ряд вопросов по охране труда на ТЭЦ; описаны основные решения компоновки главного корпуса и генерального плана станции.

В качестве специального задания рассмотрены мембранные технологии на ТЭЦ: классификация мембранных процессов разделения; структура мембран и их виды; особенности технологии обратного осмоса на теплоэнергетических установках; экспериментальная установка обратного осмоса; экспериментальные исследования работы мембран; особенности пуско-наладочных работ установки мембранного осмоса; преимущества и недостатки применяемых мембранных технологий.

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. 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. Тепловые и атомные электрические станции : справочник / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство МЭИ, 2003. - Кн.3.-648 с.: ил.
3. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. - М. : Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.
4. Тепловые и атомные электрические станции: Дипломное проектирование: Учебное пособие для вузов / А.М. Леонков [и др.] – Минск : Выш. школа, 1990. – 336 с.
5. Седнин, В.А. 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. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие / Жихар Г.И. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 224 с.
7. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
8. Карницкий, Н.Б. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Вспомогательное оборудование электростанций» для специальности 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами» / Н.Б. Карницкий, Е.В. Пронкевич, С.А. Качан. – Минск : БНТУ, 2018. – 265 с.
9. СО 34.20.514-2005 «Методические указания по эксплуатации газового хозяйства тепловых электростанций».
10. Назмеев, Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Назмеев Ю.Г. – М.: Издательство МЭИ, 2002. - 612 с.
11. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.А. Чиж [и др.] – Минск : БНТУ, 2014. – 83 с.
12. Справочник по теплообменникам. В 2 т. / пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. - 352 с.
13. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Корнева, Т.В. Чиркова. 4-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.

14. Неклепаев, Б.Н. «Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Б.Н Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
15. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций» для студентов специальностей: 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-53 01 04 «Автоматизация и управление энергетическими процессами». - Мн.: УП Технопринт. 2004. — 135 с.
16. Кузьмицкий, И.Ф. Теория автоматического управления: учеб. / И. Ф. Кузьмицкий, Г. Т. Кулаков. – Минск: БГТУ, 2010. – 574 с.
17. Теория автоматического управления: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Г.Т. Кулаков [и др.]; под общ. ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: БНТУ, 2017. – 133 с.
18. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчёта промышленных систем регулирования: справочное пособие / Г.Т. Кулаков. Минск.: Вышэйшая школа, 1984. - 192 с., ил.
19. Кулаков, Г.Т., Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами электростанций» для специальности 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», под общ. ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: БНТУ, 2017. – 105 с.
20. Фрер, Ф. Введение в электронную технику регулирования. / Ф. Фрер, Ф. Орттенбургер. - Издательство Энергия, 1973. – 192 с.
21. Aidan, O'Dusyey. Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules / O'Dusyey Aidan. 3<sup>rd</sup> Edition. Dublin: Institute of Technology; Ireland, Imperial College Press, 2009. 529 p.
22. Кулаков, Г.Т. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков (и др.); под ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с., ил.
23. Карницкий, Н.Б. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Природоохранные технологии на ТЭС» для специальности 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции» / Н.Б. Карницкий, В.А. Чиж, А.В. Нерезько. - Минск : БНТУ, 2017. – 331 с.
24. Беспалов, В.И. Природоохранные технологии на ТЭС: учебное пособие / В.И. Беспалов, С.У. Беспалова, М.А. Вагнер. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 240 с.

25. Лазаренков, А.М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник : 2-е изд., доп и перераб. / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В. П. Бубнов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 672 с.
26. Федоренко, В.И. Физико-химические свойства воды как основа для технологических расчетов мембранных систем водоподготовки // Мембраны. - 2002. - №16. - С.28-38.
27. Седлов, А.С. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций / А.С. Седлов. - М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 218 с.
28. Карелин, Н.Ф. Принцип использования обратноосмотического обессоливания воды на электростанциях / Н.Ф. Карелин, В.А. Таратута, Е.Б. Юрчевский // Теплоэнергетика. -1993. - №7. - С. 8 -10.
29. Кременевская, Е.А. Технология обратного осмоса в системах подготовки воды на электростанциях / Е.А. Кременевская, Б.А. Сорокина, Н.И. Солодисин // Теплоэнергетика. -1986. - № 7. - С. 15-19.
30. Слесаренко, В.В. Особенности применения мембранных технологий для обессоливания воды на ТЭС / В.В. Слесаренко, Е.В. Козлов // Вологдинские чтения: матер, регион, науч. - техн. конф., 21 - 25 ноября 2003 г. - Владивосток: Из-во Дальневост. гос. техн. ун-та. - 2003. - С. 28-30.
31. Карелин, Ф.Н. Влияние взвешенных и коллоидных веществ природных вод на производительность полупроницаемых мембран / Ф.Н. Карелин, К.С. Ташенев, Н.Я. Садыхов // Химия и технология волокон. - 1983,- Т. 5. - № 2. - С. 147-151.
32. Кременевская, Е.А. Мембранная технология обессоливания воды / Е.А. Кременевская. - М.: Энергоатомиздат. -1994. - 160 с.
33. Бочкарев, Г.Р. Электрохимическая технология водоподготовки для водогрейных котельных // Энергосбережение и водоподготовка. - 2007. -№ 3.- С.23-25.
34. Вафин, Т.Ф. Разработка электромембранных методов утилизации высокоминерализованных жидких щелочных отходов ТЭС // Диссертация — 2013 г. - С.129.
35. Бобринская, Г.А. Ионный обмен и электродиализ в замкнутых циклах водообеспечения / Бобринская Г.А. [и др.]. / 1981. -№2.- С. 163-165.
36. Абрамов, А.И. Повышение экологической безопасности ТЭС / Абрамов А.И. [и др.] / Москва, изд-во МЭИ. - 2002.