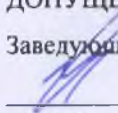


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий


« 06 » 06 2023 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект промышленно-отопительной ТЭЦ мощностью 190 МВт**

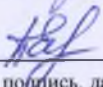
Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся  
группы 10604218

 17.04.2023  
подпись, дата

**А.В. Анистратов**

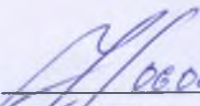
Руководитель

 06.06.2023  
подпись, дата

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

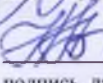
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 06.06.2023  
подпись, дата


**Е.П. Корсак**  
ст. преподаватель

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

 07.06.2023  
подпись, дата


**Н.В. Пантелей**  
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ ТЭС

 16.05.2023  
подпись, дата

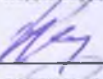
**Г.Т. Кулаков**  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»

 18.05.2023  
подпись, дата

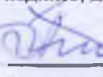
**Я.В. Потачиц**  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

 18.04.2023  
подпись, дата

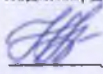
**Н.Б. Карницкий**  
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

 18.05.2023  
подпись, дата

**О.В. Абметко**  
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

 06.06.2023  
подпись, дата

**Н.В. Пантелей**  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 153 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2023

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 153 с., 43 рис., 37 табл., 31 источник

### ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНАЯ ТЭЦ, ТУРБИНА, КОТЕЛ, ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ, ВАКУУМ, НАДЕЖНОСТЬ

Целью настоящего дипломного проекта является проектирование промышленно-отопительной ТЭЦ мощностью 190 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 рассмотрено поддержание вакуума в конденсаторах турбин ТЭС: назначение конденсационной установки; оборудование конденсационной установки; влияние давления в конденсаторе на экономичность работы паровой турбины; поддержание вакуума с помощью эжекторов; система вакуумирования с водокольцевыми насосами; повышение надёжной работы конденсаторов за счет установки подпорного порога в сливном канале циркуляционной воды.

В ходе работы подтверждено, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние 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. 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.
7. Назмеев, Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Назмеев Ю.Г. – М.: Издательство МЭИ, 2002. - 612 с.
8. Жихар, Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие / Жихар Г.И. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 224 с.
9. 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.
10. 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.
11. Справочник по теплообменникам. В 2 т. / пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. - 352 с.
12. 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.
13. Неклепаев, Б.Н. «Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. по-

собие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Б.Н Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

14. 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.

15. Мазуркевич, В.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: учебно-методическое пособие для практических занятий для студентов специальностей 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-43 01 09 «Релейная защита и автоматика»: в 2 ч. Ч. 2 / В.Н. Мазуркевич [и др.]. – Минск: БНТУ, 2017 – 62 с.

16. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / под ред. В.Я. Гиршфельда. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.: ил.

17. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэлектростанций: Учебник для вузов / В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий – Мн.: БНТУ, 2004. – 100с.

18. Теория автоматического управления : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», «Паротурбинные установки атомных электрических станций», «Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций», «Тепловые электрические станции», «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» / [Г. Т. Кулаков и др.] ; под ред. Г. Т. Кулакова. – Минск : Вышэйшая школа, 2022. – 197 с.: ил., табл., схемы.

19. 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.

20. 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.

21. Фрер, Ф. Орттенбургер Ф. Введение в электронную технику регулирования. - Издательство Энергия, 1973. – 192 с.

22. 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.



23. 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.

24. 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.

25. Белевич, А.И. Конструкции и характеристики пароструйных эжекторов турбин ТЭС и АЭС / Белевич А.И. // Сборник трудов ВТИ. М.: Энергоатомиздат, 1985 г. - С. 42-48.

26. Шкловер, Г.Г. Исследование и расчет конденсационных установок паровых турбин / Г.Г. Шкловер, О.О. Мильман. - М.: Энергоатомиздат, 1985 г. – 240 с.

27. Мильман, О.О. Воздушно-конденсационные установки / О.О. Мильман, В.А. Федоров / М.: Издательство МЭИ, 2002 г. - 208 с.

28. Трухний, А.Д. Стационарные паровые турбины / М.: Энергоатомиздат, 1989 г. – 636 с.

29. Кирсанов, И.Н. Стационарные паровые турбины: [Учеб. пособие для техн. училищ]. / И.Н. Кирсанов - Москва; Ленинград : Госэнергоиздат, 1956. – 200 с.

30. Патент на полезную модель №170935 Российская федерация, МПК F04F5/00. Пароструйный трёхступенчатый эжектор / Бродов Ю.М., Купцов В.К., Рябчиков А.Ю., Аронсон К.Э., Мурманский И.Б., Желонкин Н.В., Брезгин Д.В. // Заявитель и патентообладатель: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – №2016119824. Заявл. 23.05.2016; опубл. 15.05.2017. Бюл. 14. – 9 с.

31. Патент на изобретение №2645635 Российская федерация, МПК F04F5/30. Пароструйный трёхступенчатый эжектор / Бродов Ю.М., Купцов В.К., Рябчиков А.Ю., Аронсон К.Э., Мурманский И.Б., Желонкин Н.В., Брезгин Д.В., Хае С.И. // Заявитель и патентообладатель: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – № 2016126736. Заявл. 04.07.2016; опубл. 26.02.2018. Бюл. 6. – 4 с.