











БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
 Н.Б. Карницкий  
" 04 " 06 2024 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Проект промышленно-отопительной ТЭЦ мощностью 240 МВт

Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся группы 10604119	 10.04.2024 подпись, дата	А.П. Далевская
Руководитель	 16.05.2024 подпись, дата	Е.В. Пронкевич
Консультанты:		
по разделу «Экономическая часть»	 10.04.2024 подпись, дата	Е.П. Корсак
по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»	 02.05.2024 подпись, дата	Н.В. Пантелей
по разделу «Автоматизация технологических процессов и АСУ ТЭС»	 28.05.2024 подпись, дата	Г.Т. Кулаков
по разделу «Электрическая часть ТЭС»	 22.04.2024 подпись, дата	Я.В. Потачиц
по разделу «Охрана окружающей среды»	 17.04.2024 подпись, дата	Н.Б. Карницкий
по разделу «Охрана труда»	 17.04.2024 подпись, дата	О.В. Абметко
Ответственный за нормоконтроль	 24.05.2024 подпись, дата	Н.В. Пантелей

Объем проекта:  
Расчетно-пояснительная записка – 153 страниц;  
графическая часть – 8 листов;  
магнитные (цифровые) носители – — единиц

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 153 с., 37 рис., 38 табл., 33 источника.

### ПРОЕКТ ТЭЦ, ТУРБИНА, ПАРОВОЙ КОТЕЛ, ТЕПЛОВАЯ СХЕМА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОДОПОДГОТОВКЕ, УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ

Объектом разработки является ТЭЦ 240 МВт.

Цель проекта: проектирование промышленно-отопительной ТЭЦ с описанием мембранных технологий в водоподготовке.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования (разработки): выбрано основное оборудование (4 турбины ПТ-60/75-130/13 и 4 котла ТГМ-84) и экономически обоснован его выбор; рассчитана принципиальная тепловая схема энергоблока ПТ-60/75-130/13; произведен укрупненный расчет котлоагрегата ТГМ-84; на основании произведенных расчетов выбрано вспомогательное тепломеханическое оборудование; произведено описание топливного хозяйства ТЭС; описана система технического водоснабжения; произведено описание водоподготовки и водно-химического режима; произведен расчет величин токов короткого замыкания и в соответствии с ними выбраны электрические аппараты ТЭС; описаны основные системы автоматического регулирования технологических процессов на ТЭЦ; разработан генеральный план станции и компоновка главного корпуса; рассмотрен ряд вопросов по охране труда на ТЭЦ; в разделе охраны окружающей среды выполнены расчеты вредных выбросов при работе станции на основном топливе и рассчитана дымовая труба; специального задание фокусируется на использовании мембранных технологий в водоподготовке на ТЭЦ, и более углубленно рассматривается метод ультрафильтрации.

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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагорнов, В.Н. Методические указания к курсовой работе по курсу “Организация, планирование и управление предприятием” для студентов специальности 10.05 “Тепловые электрические станции” / Нагорнов В.Н. – Мн. : БНТУ, 2011 г. – 67 с.
2. Синица, Л.М. Организация производства: [учебник для студентов вузов по специальности “Экономика и управление на предприятии”] / Синица Л.М. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2014 г. – 607 с.
3. Министерство энергетики Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/>.
4. Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by>.
5. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции / Рыжкин В.Я. – М : Энергоатомиздат, 1987 – 448 с.
6. Григорьев, В.А. Тепловые и атомные электростанции: Справочник. / Под общей ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М : Энергоатомиздат, 1989. – 608с.
7. Карницкий, Н. Б. Теплогенерирующие установки: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов дневного и заочного отделений специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна" / Н. Б. Карницкий, Б. М. Руденков, В. А. Чиж; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Тепловые электрические станции". – Минск: БНТУ, 2016. – 119 с.
8. Жихар, Г.И. Тепловой расчет парогенераторов: учебно-методическое пособие / Жихар Г.И. – Минск : БНТУ, 2011.
9. Карницкий, Н. Б. Вспомогательное оборудование ТЭС: методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-43 01 04 "Тепловые электрические станции" / Н. Б. Карницкий, Е. В. Пронкевич, Е. Н. Васильченкова ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Тепловые электрические станции". – Минск: БНТУ, 2010. – 68 с.
10. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю. М. Бродов [и др.] ; под общ. ред. Ю. М. Бродова. – 2-е изд., испр. – Москва: МЭИ, 2021. – 479 с.: ил., табл., схемы.
11. Шнайдерман, Ю. М. Основы современной энергетики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для слушателей курсов повышения квалификации энергетиков и студентов энергетического факультета БНТУ / Ю. М. Шнайдерман, В. В. Саранцев, М. В. Алейникова ; Белорусский национальный технический университет, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики. – Минск : БНТУ, 2016.
12. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС – Учебное пособие / В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий. - Минск : БНТУ, 2015.
13. СТП 33243.37.529-15 Типовая инструкция по эксплуатации ионообменных материалов на водоподготовительных установках энергообъектов

ГПО "Белэнерго". - Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=2763>.

14. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. - М. : Энергоатомиздат, 1989.

15. Рожкова, Л.Д. Электрическая часть станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, И.П. Козулин. - М. : «Энергия», 1980.

16. Васильев, А.А. Электрическая часть станций и подстанций / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова. - М. : Энергоатомиздат, 1990.

17. 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 / Г.Т. Кулаков, В.В. Кравченко. – Минск : БНТУ, 2017. – 105 с.

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. 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.

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. 3rd Edition. Dublin: Institute of Technology; Ireland, Imperial College Press, 2009. 529 p.

22. 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. Стриха, И.И. Экологические аспекты энергетики: атмосферный воздух / И.И. Стриха, Н.Б. Карницкий. - Мн. : «Технопринт», 2001. – 374 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. Проект ТКП 608-2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/>.

26. 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.

27. СН 2.02.05-2020 “Об утверждении и введении в действие строительных норм” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>.

28. Развитие мембранных технологий и возможность их применения для очистки сточных вод предприятий химии и нефтехимии [Электронный ресурс]. Электронные данные. Режим доступа: [http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/5\\_2015/ogbus\\_5\\_2015\\_p336-375\\_BalandinaAG\\_ru.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/5_2015/ogbus_5_2015_p336-375_BalandinaAG_ru.pdf).

29. Липин, А.Г. Мембранные процессы: учеб. Пособие / А.Г. Липин. - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2019. – 88 с.

30. Экологические мембранные технологии в водоочистке и водоподготовке [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Хорохорина [и др.]. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023.

31. Применение технологий ультрафильтрации для предварительной обработки воды на ТЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://repositor.bntu.by/bitstream/handle/data/29216/Primenenie\\_tekhnologii\\_ultrafiltracii\\_dlya\\_predvaritelnoj\\_obrabotki\\_vody\\_na\\_TENS.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ysclid=lu4emncbem303342708](https://repositor.bntu.by/bitstream/handle/data/29216/Primenenie_tekhnologii_ultrafiltracii_dlya_predvaritelnoj_obrabotki_vody_na_TENS.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ysclid=lu4emncbem303342708).

32. Безреагентная технология подготовки воды для ТЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/686155/bezreagentnaya-tehnologiya-podgotovki-vody-dlya-te-s?ysclid=lu4ff1pogr266832769>.

33. Ультрафильтрация. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaufmanntec.ru/images/ultraf.pdf>.