

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспиран-  
туры  
профессор В.А. Лебедев

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО  
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ,  
ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.4. Энергетика и электротехника
Научная специальность:	2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	к.т.н., проф. В.А. Лебедев

Санкт-Петербург

УДК 681.5 (62-6)

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ:** Методические рекомендации для самостоятельного изучения дисциплины / Санкт-Петербургский Горный Университет; Сост. *В.А. Лебедев*. СПб, 2022. -10 с.

В методических указаниях содержатся описания и методики самостоятельной подготовки в изучении курса и к практическим работам, выполнение которых позволяет закрепить основные разделы теории, приобрести практические навыки в решении задач в области проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта тепловых и атомных электростанций. Предназначены для аспирантов по научной специальности 2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника, профиль «Теплоэнергетические технологии»

Научный редактор доц. Андреев В.В.

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2022

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению самостоятельных работ для аспирантов составлены в соответствии с программой курса дисциплины «Научные основы проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта тепловых и атомных электростанций».

Особенностью дисциплины является то, что большое внимание уделено методическим основам проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта тепловых и атомных электростанций, а также основам их эксплуатации. В учебном процессе применяются современные технологии и методики обучения, развивающие аналитические способности, практические умения и навыки у обучающихся.

Компетенции, освоенные при изучении данной дисциплины, используются далее в процессе подготовки и написании кандидатской диссертации. Данная дисциплина базируется на полученных знаниях и умениях, приобретенных в бакалавриате и магистратуре при изучении следующих дисциплин: «Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС», «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС», «Проблемы обеспечения надёжности, живучести и безопасности теплоэнергетических систем».

Основными задачами изучения дисциплины являются изучение аспирантами теоретических, методических и технологических достижений современной науки и практики в области тепловой энергетики, формирование умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности в области промышленной теплоэнергетики, овладение современными научными инструментами и методами и применение их при анализе и синтезе теплоэнергетических установок и систем, а также мотивация аспирантов к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области тепловой энергетики.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки необходимы аспирантам при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

## ВЕДЕНИЕ

### Цель дисциплины:

формирование у аспирантов современного научного мировоззрения и профессиональных компетенций (знаний и навыков) в области проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта тепловых и атомных электростанций.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение аспирантами теоретических, методических и технологических достижений современной науки и практики в области тепловой энергетики;
- формирование у аспирантов умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности в области промышленной теплоэнергетики;
- овладение аспирантами современными научными инструментами и методами и применение их при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте тепловых и атомных электростанций;
- мотивация аспирантов к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области тепловой энергетики.

## ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

**Самостоятельная работа аспирантов** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа аспирантов (далее - СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы по данной учебной дисциплине. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы аспирантов, предусмотренному учебным планом по дисциплине в текущем семестре. Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Практическому занятию и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, подготовки к самостоятельным работам.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:** научные основы развития технологий промышленной теплоэнергетики на базе процессов тепло- и массопереноса при проектировании, изготовлении и эксплуатации объектов промышленной теплоэнергетики (ОПТЭ);

**уметь:** проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках;

**владеть навыками:** расчетов при проектировании, изготовлении и эксплуатации объектов промышленной теплоэнергетики с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференциального зачета.

## **Тематика вопросов для самостоятельной подготовки**

### **Тема 1. Основы проектирования ТЭС и АЭС**

1. Требования к ТЭС и АЭС.
2. Задачи проектирования ТЭС и АЭС,
3. Этапы выбора проектных решений.
4. Особенности ТЭС и АЭС как сложных систем.
5. Стадии проектирования ТЭС и АЭС. Периоды проектирования и строительства.
6. Особенности строительства АЭС.
7. Перспективные направления в проектировании и строительстве ТЭС и АЭС.

### **Тема 2. Технико-экономическая оптимизация ТЭС и АЭС**

1. Критерии технико-экономической оптимизации.
2. Определение величины капитальных вложений в объекты теплоэнергетики.
3. Особенности оптимизации характеристик и оборудования с учетом их унификации. Структура стоимости объектов теплоэнергетики и основные эксплуатационные расходы. Энергетическая эффективность теплофикации и ее влияние на состав оборудования.
4. Определение коэффициента теплофикации ТЭЦ и его оптимизация.
5. Особенности выбора основного оборудования ТЭУ и его влияние на эффективность.
6. Методы расчета тепловых схем, оценка их экономических показателей и эффективности проектных решений.

### **Тема 3. Режимы работы ТЭС и АЭС**

1. Общие показатели работы ТЭС и АЭС.
2. Маневренность ТЭС. Мобильность.
3. Аккумулирующая способность котлов.
4. Режимы работы оборудования ТЭС.
5. Работа ТЭС при частичных нагрузках.
6. Особенности режимов работы ТЭЦ.
7. Особенности работы АЭС.
8. Технико-экономические показатели работы ТЭС и АЭС.

### **Тема 4. Эксплуатация ТЭС и АЭС**

1. Принципы организации эксплуатации ТЭС и АЭС.
2. Организация диспетчерского управления.
3. Учет показателей работы ТЭС и АЭС.
4. Обеспечение безаварийной работы энергоблоков. Особенности эксплуатации АЭС. Культура безопасности.
5. Требования международного и отечественного законодательства к промышленным и энергетическим технологиям в контексте обеспечения безопасности.

### **Тема 5. Организация технического обслуживания и ремонта**

1. Методы поддержания теплоэнергетических установок и систем в технически исправном состоянии.
2. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта.
3. Структура системы технического обслуживания и ремонта.
4. Содержание и регламентация системы технического обслуживания и ремонта.
5. Диагностирование.

6. Понятие о производственном и технологическом процессах технического обслуживания и ремонтов.
7. Организации и производственные подразделения, осуществляющие техническое обслуживание и ремонт.
8. Общая характеристика работ и применяемое технологическое оборудование.
9. Эксергетический метод оценки энергоэффективности ТЭС и АЭС

#### **Тема 6. Технология технического обслуживания и ремонта**

1. Технология технического обслуживания и ремонта оборудования.
2. Топливо-транспортное хозяйство.
3. Паровые и водогрейные котельные установки.
4. Паротурбинные установки.
5. Блочные установки тепловых электростанций.
6. Автономные газотурбинные установки и в составе ПГУ.
7. Системы управления технологическими процессами.
8. Система водоснабжения и оборудование химцеха.
9. Трубопроводы и арматура.
10. Теплофикационные установки.
11. Тепловые сети.
12. Технология процессов восстановления деталей.
13. Характеристики износов и возможные способы восстановления.
14. Слесарно-механические способы.
15. Электродуговая и газопламенная сварка и наплавка.
16. Электролитические и электрофизические способы.
17. Электроискровая обработка, пайка, восстановление полимерными материалами.
18. Критерии выбора способа восстановления.

#### **ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученных аспирантами при изучении курса, и использовании этих знаний при решении научно-исследовательских и практических задач в области промышленной теплоэнергетики.

Задачей практических занятий является ознакомление аспирантов с частными вопросами, возникающими при решении задач промышленной теплоэнергетики.

#### **Тематика практических занятий:**

<b>№/№ п/п</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Трудоемкость в ак. часах</b>
1	Раздел 2.	Определение удельных расходов тепла по турбоустановке при изменении параметрических показателей схемы	2
2	Раздел 2	Выбор единичной мощности и резерва мощности	2
3	Раздел 3	Научные основы выбора характеристик энергооборудования ТЭС и АЭС	2
4	Раздел 3	Определение технико-экономических показателей ТЭЦ	2
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

## САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

### **Контрольные вопросы для самопроверки:**

1. Задачи проектирования ТЭС и АЭС.
2. Этапы выбора проектных решений.
3. Особенности ТЭС и АЭС как сложных систем.
4. Стадии проектирования ТЭС и АЭС.
5. Периоды проектирования и строительства ТЭС и АЭС.
6. Критерии технико-экономической оптимизации.
7. Определение величины капитальных вложений в объекты теплоэнергетики.
8. Особенности оптимизации характеристик и оборудования с учетом их унификации.
9. Структура стоимости объектов теплоэнергетики и основные эксплуатационные расходы.
10. Энергетическая эффективность теплофикации и ее влияние на состав оборудования.
11. Определение коэффициента теплофикации ТЭЦ и его оптимизация.
12. Выбор основного оборудования ТЭУ и его влияние на эффективность.
13. Маневренность и мобильность ТЭС.
14. Режимы работы оборудования ТЭС.
15. Работа ТЭС при частичных нагрузках.
16. Особенности режимов работы ТЭЦ.
17. Особенности работы АЭС.
18. Принципы организации эксплуатации ТЭС и АЭС.
19. Учет показателей работы ТЭС и АЭС.
20. Методы поддержания теплоэнергетических установок и систем в технически исправном состоянии.
21. Структура системы технического обслуживания и ремонта.
22. Содержание и регламентация системы технического обслуживания и ремонта.
23. Технологии технического обслуживания и ремонта оборудования.
24. Управление технологическими процессами.
25. Технология процессов восстановления деталей.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Основная литература

1. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учеб. пособие / А.А. Кудинов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 325 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=935473>
2. Основы инженерного проектирования систем энергообеспечения предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Кравцов. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 81 с. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D652258<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D652258<.>)
3. Кругликов, П. А. Техничко-экономические основы проектирования тепловых и атомных электростанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. А. Кругликов, В. В. Андреев. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 134 с. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D582442<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D582442<.>)

### 7.2. Дополнительная литература

1. Тепловые электрические станции [Текст] : учеб. для вузов / В. Я. Рыжкин ; под ред. В. Я. Гиршфельда. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 326 с.
2. Тепловые и атомные электростанции [Текст] : учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1982. - 455 с. - Экземпляров 44.
3. Проектирование и строительство тепловых электростанций [Текст] / И. П. Купцов, Ю. Р. Иоффе. - М. : Энергоатомиздат, 1985. - 407 с
4. Тепловые и атомные электростанции [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост. Б. Л. Паскарь. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2008. - 176 с. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20081030125530](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20081030125530)  
≤

### Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).



14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».  
<http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## Содержание

Общие положения.....	3
Введение	4
Задания к самостоятельной работе . . . . .	4
Подготовка к практическим работам.....	6
Самостоятельное изучение дополнительных материалов.....	7
Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	8