

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий и выполнению самостоятельной работы
для магистрантов направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения

Воронеж 2023

УДК 620.9:621.1(07)
ББК 31.3я7

Составители: д-р техн. наук О. А. Куцыгина,
канд. техн. наук Н. А. Петрикеева

Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники:
методические указания к проведению практических занятий и выполнению
самостоятельной работы для магистрантов направления 13.04.01
«Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический университет»; сост.:
О. А. Куцыгина, Н. А. Петрикеева. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. - 18 с.

Приводятся основные сведения, позволяющие студентам
подготовиться к практическим занятиям и самостоятельной работе по
дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники».
Приведены тематика и планы проведения практических занятий, вопросы и
задания для выполнения.

Предназначены для студентов направления подготовки 13.04.01
«Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и
содержатся в файле МУ-ПР-СПТТ-МТТ.pdf.

Библиогр.: 19 назв.

УДК 620.9:621.1(07)
ББК 31.3я7

Рецензент - М. А. Шibaева, д-р экон. наук, профессор
кафедры цифровой и отраслевой экономики ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Теплоэнергетика представляет собой самостоятельную отрасль в составе теплотехники, основу которой заложил Д.И. Менделеев, и остается базовой отраслью в экономике любой страны. В большинстве городов России и стран ближнего зарубежья распространены крупные теплофикационные системы (ТС). В России примерно 35% тепловой энергии или около 6,3 млн ГДж в год вырабатывается в теплофикационных системах, теплоисточниками в которых являются ТЭЦ различной мощности.

Потребности в теплоэнергетике и электрификации увеличиваются с каждым годом, поэтому развитие современной теплоэнергетики и обеспечение энергетической безопасности страны требуют разработки и внедрения новых технологий, включая энергоэффективные. Поиску инновационных направлений в теплоэнергетике должен предшествовать анализ современных проблем, неизбежно сопровождающих известные способы преобразования тепловой энергии в другие виды и процессы обеспечения потребителей энергетическими ресурсами. Благодаря новым технологиям, теплотехника и теплоэнергетика как ее фундаментальная часть по-прежнему являются драйвером экономики и по-новому открываются в современных условиях.

Методические указания по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники» разработаны для самостоятельной работы студентов с целью подготовки к выполнению практических занятий контактно с преподавателем, направленной на овладение знаниями современных проблем теплоэнергетики и теплотехники как основы для формулировки задач по их разрешению.

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения курса «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники». В методических указаниях приведена тематика проведения практических занятий по дисциплине, последовательный план их выполнения, вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения, литература для выполнения практических заданий и самостоятельной работы магистрантами всех форм обучения. Знания, полученные в процессе освоения дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники», могут быть использованы в процессе анализа современного состояния теплоэнергетики и теплотехники, выявления современных проблем, определения целей и задач в соответствии с выбранной темой при разработке выпускной квалификационной работы магистрантов.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия представляют собой неотъемлемую составляющую аудиторных (контактных) занятий, предусмотренных учебными планами подготовки магистров, и могут иметь различные формы проведения в зависимости от специфики преподаваемых учебных дисциплин. Практические занятия предназначены для приобретения обучающимися умений и навыков применять полученные теоретические знания к решению практических задач и выполнению аналитических и ситуационных заданий.

Проведению практических занятий традиционно предшествуют лекции, на которых рассматриваются теоретические положения по изучаемой теме. Практические задачи дают возможность применить теоретические знания для выполнения упражнений и выполнения заданий прикладного характера.

Практические занятия по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники» проводятся в группе и по форме являются коллективными. Особенностью такой формы обучения становится групповое мышление, когда занятие проходит в интерактивном режиме, есть возможность каждому поделиться своим личным мнением по обсуждаемому вопросу и узнать мнение других участников группы, принять искомое решение в результате формирования и анализа альтернативных вариантов решения задачи и выбора наиболее целесообразного.

Особая роль при изучении дисциплины отводится самостоятельной работе по изучению теоретических положений курса. Вместе с самостоятельным изучением дисциплины практические занятия позволяют дать целостное представление о содержании предмета изучения и усвоить содержание изучаемых дисциплин наиболее полно.

2.ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа – это вид обучения, на который в рабочей программе дисциплины предусматривается учебная нагрузка. В результате самостоятельной работы реализуется возможность приобретения знаний, навыков и умений индивидуально, в соответствии с личными способностями усвоения изучаемого материала, потребностью анализировать факты и явления и выявлять причинно-следственные взаимосвязи событий. В результате этого вида деятельности приобретает умение самостоятельно мыслить, формируется навык аргументированно отстаивать собственное мнение и личные взгляды, что способствует умению достигать поставленных целей и развитию способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Успешно организованная внеаудиторная самостоятельная работа способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний и практических умений во время аудиторной работы с

преподавателем, позволяет добиться их углубления и расширения, сформировать умение полезно использовать специальную литературу по дисциплине и нормативную, правовую и справочную документацию.

Литература для самостоятельного изучения рекомендуется в рабочей программе дисциплины и методических указаниях и может быть использована для получения дополнительных знаний по пройденному материалу. Следует ознакомиться с предлагаемым списком литературы и выбирать информацию, дополняющую содержание лекций по каждой теме. Аналитическая работа со специальной литературой способствует развитию исследовательских умений и навыков расширенного практического применения полученных знаний.

В процессе самостоятельной работы приходится изучать нормативно-правовые акты. Для этого рекомендуется использовать информационно-справочную систему «Гарант» и «Консультант плюс». Следует обратить внимание, что каждый документ имеет реквизиты, включая полное официальное название, дату принятия и название органа государственного управления, принявшего документ, а также дату подписания и имя подписавшего документ лица. Надо обратить внимание на то, где документ опубликован, порядок вступления в силу и сферу распространения. Важно определить причины и исторические условия, вызвавшие принятие рассматриваемого правового документа.

Особое значение для понимания сути изучаемых правовых документов имеет цель, ради которой разработан и принят к действию конкретный документ. Чтобы правильно понимать термины, применяемые в нормативно-правовых документах, целесообразно использовать разного рода справочные издания, юридические справочники и словари, энциклопедические издания и др.

Изучаемые научно-правовые источники следует оценивать с точки зрения их предназначенности – полемическая, альтернативная, острокритическая, традиционная. При выборе литературного источника следует сопоставлять даты издания книг или журналов и изменений в законодательстве, учитывать тенденции развития науки. Целесообразно сопоставить несколько литературных источников по изучаемой теме, чтобы обеспечить полноту изучения предмета, объективность приводимых суждений.

В процессе самостоятельной работы на протяжении учебного семестра следует консультироваться с преподавателем. По окончании семестра во время экзаменационной сессии сдается зачет в форме тестирования или ответа на вопросы из перечня для подготовки к зачету.

3.ТЕМАТИКА И СОСТАВ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Практические занятия проводятся в соответствии с приведенной ниже тематикой, соответствующей рабочей программе. По каждой теме приводится план для практического освоения темы в контактной форме при взаимодействии студента и преподавателя или самостоятельно. Кроме того, по каждой теме приводятся, вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения.

Практические занятия 1-3

Тема 1: *ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ*

План проведения практических занятий по теме:

- 1.Понятие о техническом уровне энергетики и теплоэнергетики
- 2.Номенклатура генерирующих теплоэнергетических мощностей и структура выработки электроэнергии
- 3.Возрастной состав оборудования ТЭС и ТЭЦ России
- 4.Экономичность электростанций
- 5.Маневренность энергетического оборудования
- 6.Причины технического отставания энергетики РФ

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Дайте понятие технического уровня теплотехники и теплоэнергетики
2. Определите, как оценивается технический уровень энергетики или теплоэнергетики страны или региона
2. Назовите основной показатель технического уровня ТЭС или АЭС
3. Какова доля ТЭС в общей установленной мощности и в общей выработке электроэнергии в России?
4. Назовите доли энергоблоков СКД, энергоблоков на начальное давление 130 ат, ТЭЦ на начальное давление 130 ат и устаревших ТЭС и ТЭЦ в установленной мощности и в выработке электроэнергии в России
- 5.Укажите главную опасность чрезмерно «состарившегося» энергетического оборудования
6. Укажите главную причину низкого технического уровня теплоэнергетики России
7. В чем различие последствий от физического и морального старения энергетического оборудования?
- 8.Назовите самые экономичные теплосиловые установки

Практические занятия 4-6

Тема 2: *ТЕХНИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ ОБНОВЛЕНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ*

План проведения практических занятий по теме:

1. Техническая стратегия обновления теплоэнергетики для различных регионов России
2. Состояние и перспективы создания современных высокотемпературных ГТУ российским энергомашиностроением
3. Проблемы и перспективы создания российских паротурбинных энергоблоков нового поколения

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Сформулируйте генеральное направление развития теплоэнергетики в европейском и азиатском регионах России
2. Сформулируйте преимущества ввода ПГУ в европейской части России
3. Укажите, какое оборудование является ключевым для создания высокоэкономичных ПГУ
4. Укажите, в каких регионах России строительство пылеугольных энергоблоков нового поколения наиболее перспективно
5. Сформулируйте проблему, которая является ключевой для перехода энергетики на начальную температуру 600 °С
6. Укажите, какие элементы паровой турбины являются критическими для повышения начальных параметров пара

Практические занятия 7-9

Тема 3: *ЗАРУБЕЖНЫЕ КЛАССИЧЕСКИЕ ПАРОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГОБЛОКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ*

План проведения практических занятий по теме:

1. Основные пути совершенствования энергетического оборудования классических ТЭС
2. Сравнительный анализ технического уровня отечественных и зарубежных паровых турбин
3. Переход к супер сверхкритическим параметрам пара
4. Совершенствование тепловой схемы турбоустановки
5. Технические характеристики зарубежных классических энергоблоков с супер сверхкритическими параметрами пара

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Запишите формулу для КПД нетто ТЭС и назовите примерные значения всех величин, входящих в нее
2. Перечислите основные методы повышения экономичности ПТУ
3. Назовите основные источники потерь энергии в паровой турбине и объясните их физическую природу
4. Опишите, как выглядят саблевидные лопатки и какой выигрыш в экономичности дает их использование
5. Объясните, что такое меридиональное профилирование
6. Укажите, каков физический смысл потери с выходной скоростью в паровой турбине и каким образом ее уменьшают
7. Опишите, как устроено разношаговое многогребенчатое уплотнение
8. Укажите, какие параметры пара называют супер сверхкритическими
9. Укажите, какие начальные параметры достигнуты сегодня на паросиловых энергоблоках
10. Назовите примерные возможные значения экономии топлива от совершенствования паровой турбины, тепловой схемы и перехода на супер сверхкритические начальные параметры.
11. Назовите основные причины низкой экономичности ТЭС России.

Практические занятия 10-12

Тема 4: *СТРАТЕГИЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА И РЕНОВАЦИИ РАБОТАЮЩИХ ТЭС*

План проведения практических занятий по теме:

1. Методы реновации ТЭС и проблема продления ресурса
2. Последствия длительной работы металла при высокой температуре и истощение ресурса
3. Технология обеспечения и продления ресурса элементов энергетического оборудования
4. Управление сроком эксплуатации энергетического оборудования

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Почему реновация паровых турбин является наиболее выгодным мероприятием при реновации ТЭС?
2. Объясните, почему продление ресурса морально устаревшего оборудования является экономически нецелесообразным мероприятием.
3. Что происходит с металлом при его длительном пребывании при высокой температуре?

4. Как изменяется длительная прочность роторных сталей в процессе длительной эксплуатации?
5. Какие нарушения сплошности металла длительно работающих деталей турбин представляют наибольшую вероятность для внезапного хрупкого разрушения?
6. Изложите основные мероприятия по продлению срока службы паровых турбин
7. Что такое расчетный ресурс?
8. Что такое парковый ресурс? От каких факторов зависит парковый ресурс для турбин различного типа?
9. Назовите меры, с помощью которых можно продлить эксплуатацию энергетического оборудования сверх паркового ресурса.

Практические занятия 13-15

Тема 5: *ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА*

План проведения практических занятий по теме:

1. Источники высокопотенциальной теплоты на геотермальной электростанции и особенности геотермального теплоносителя
2. Технологический процесс получения электроэнергии на ГеоЭС
3. Особенности оборудования ГеоЭС
4. Техничко-экономические показатели ГеоЭС

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Как образуется геотермальный теплоноситель?
2. Чем вызвана высокая минерализация геотермального теплоносителя?
3. Почему понятие степени сухости геотермального пара связывают с его минерализацией?
4. В чем заключаются преимущества горизонтальных сепараторов?
5. С какой целью производят «промывку» пара?
6. В чем заключаются особенности турбин ГеоЭС?
7. Для чего нужна ступень-сепаратор и какой эффект она дает?
8. Почему на ГеоЭС конденсаторы турбоустановок изготавливают из нержавеющей стали?
9. Какими показателями характеризуется эффективность работы ГеоЭС?
10. Почему в условиях холодного климата можно добиться более высоких показателей эффективности ГеоЭС?

Практические занятия 16-18

Тема 6: ВОДОРОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

План проведения практических занятий по теме:

1. Водородная энергетика как перспективное направление развития генерирующих мощностей
2. Водородные технологии производства электроэнергии
3. Особенности водорода как топлива для ТЭС
4. Водородно- кислородные парогенераторы
5. Технологические схемы производства электроэнергии на ТЭС с использованием водородно-кислородных парогенераторов
6. Автономные водородные электростанции
7. Технико-экономические аспекты водородной энергетики

Вопросы для самоконтроля и задания для самостоятельного выполнения:

1. Каковы основные особенности водорода как энергоносителя и топлива?
2. Какие технологии производства электроэнергии с использованием водорода выгоднее применять при малых мощностях и какие - при больших мощностях?
3. За счет чего применение водородных парогенераторов может привести к повышению КПД и снижению полной стоимости энергоустановок паротурбинного цикла?
4. Каковы перспективные направления использования водородных технологий в энергетике и других отраслях народного хозяйства?

4. ПОДГОТОВКА ДОКЛАДОВ И РЕФЕРАТОВ

При выполнении практических занятий и самостоятельной работы студентов по согласованию с преподавателем возможна подготовка докладов и рефератов. Содержание докладов и рефератов должно соответствовать теоретической части изучаемой дисциплины и выбранной теме. Тема докладов и рефератов по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники» определяется в соответствии с номером зачетной книжки студента или выбирается самостоятельно по согласованию с преподавателем.

4.1. Примерный перечень тем

1. Использование вторичных энергоресурсов и отходов в качестве энергетического топлива
2. Смешанные системы теплоснабжения (на примере использования котельной, ветрогенератора, гелиоустановки и др.).
3. Прогнозы располагаемых запасов топлива и их исчерпания. Проблемы добычи и транспорта энергетического топлива.
4. Ядерное топливо. Прогнозы располагаемых запасов и их исчерпания, проблемы производства и транспорта, экологической безопасности при производстве и транспорте ядерного топлива
5. Газификация углей. Проблемы и перспективы.
6. Перспективы применения ПГУ на базе газификации твердых топлив
7. Искусственное композиционное жидкое топливо из угля и эффективность его использования
8. Рабочие тела циклов. Бинарные циклы.
9. Работа ТЭС в условиях рынка электроэнергии. Критерии технико-экономической оптимизации оборудования и схем ТЭС в рыночных условиях
10. Совершенствование схем и оборудования ТЭС
11. Использование турбинных экономайзеров в блоках повышенной эффективности
12. Газо-турбинные надстройки ТЭЦ
13. Воздействие энергетики на климат Земли
14. Аккумулирование тепловой и электрической энергии
15. Утилизация избыточной теплоты в теплоэнергетических системах
16. Совершенствование котельного оборудования ТЭС
17. Совершенствование турбинного оборудования ТЭС
18. Способы и эффективность перевода котельных в малые ТЭЦ
19. Технологии усовершенствования топочных процессов
20. Проблемы эксплуатации влажнопаровых турбин
21. Проблемы эксплуатации теплофикационных ПТУ
22. Проблемы эксплуатации оборудования ПГУ.
23. Начальные параметры рабочего тела в паровых и газовых турбинах
24. Определение потерь тепловой энергии трубопроводами при различных способах прокладки. Мероприятия для снижения расхода теплоты в системах теплоснабжения и современные виды теплоизоляции.
25. Выравнивание графиков нагрузки энергосистем и электростанций за счет использования аккумуляторов тепла и ГАЭС. Особенности расчета затрат топлива при использовании аккумуляторов тепла.
26. Система оперативного дистанционного контроля за состоянием тепловых сетей. Снижение потерь тепла системами теплоснабжения для сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов.
28. Использование холодильных машин в системах энергоснабжения

4.2. Требования к объему и оформлению докладов и рефератов

Методические указания составлены на основании стандартов ГОСТ 7.32–2001, ГОСТ 7.1–2003, ГОСТ 7.11–2004, ГОСТ 7.12–93, ГОСТ Р7.05–2008.

Состав и последовательность отдельных частей доклада или реферата:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников
- приложения.

Реферат или доклад пишется аккуратно на компьютере на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297мм). Объем реферата или доклада 15-25 печатных страниц, включая титульный лист и список использованных источников.

Приложение в нумеруемый объем не включается.

Размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

При написании допускаются только общепринятые сокращения (например, тыс. руб.).

Текст основной части делится на разделы (при необходимости – на подразделы и пункты).

Название раздела пишут прописными буквами. Каждый раздел следует начинать с нового листа. Название разделов размещают в верхней части листа симметрично тексту. Точка в конце названия раздела не ставится, переносы не допускаются.

Расстояние между заголовком раздела и текстом – 1 строка. Название раздела не подчеркивается.

Разделы имеют порядковую нумерацию, нумеруются арабскими цифрами: подразделы, пункты нумеруются в пределах разделов.

Страницы доклада или реферата нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист включают в общую нумерацию. На титульном листе номер не ставится, на последующих страницах номер проставляется в низу по центру.

Иллюстрации (кроме таблиц) обозначают словом Рисунок, нумеруют в пределах раздела (например, Рисунок 1.2. - второй рисунок первого раздела). Наименование иллюстрации помещают над ней, поясняющие записи – под ней, номер иллюстрации – ниже поясняющей надписи.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Таблица имеет заголовок, над которым в левом верхнем углу пишут, например, Таблица 1.2. (вторая таблица первого раздела). Если в реферате или

докладе одна таблица, ее не нумеруют и слово Таблица не пишут. Заголовок таблицы и слово «таблица» пишут с прописной буквы, не подчеркивают.

Иллюстрации и таблицы размещают в реферате или докладе после первого упоминания о них в тексте. На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово Таблица в тексте пишут полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно – если имеет номер, например, «... в табл. 1.2.».

Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер источника по списку источников и номер страницы, выделенные квадратными скобками, например, [3, с. 5].

При подстрочном варианте цитата заключается в кавычки и обозначается знаком сноски. В подстрочном примечании дается полное библиографическое описание источника цитирования и указывается страница.

4.3. Содержание и методические указания к выполнению реферата и подготовке доклада

Содержание реферата или доклада определяется планом, который включает: введение, главы и заключение. Затем приводится список использованных источников.

Во введении должна быть обоснована актуальность темы (в соответствии с вариантом и выбранного теоретического вопроса по теме), цель и задачи, которые необходимо решить для достижения цели. Необходимо отметить практическую направленность изучаемого вопроса, дать характеристику его исследованности на данном этапе развития, перечислить основные направления его изучения, определить объект и предмет исследования. Во введении следует также определить применяемые методы исследования данной темы. Общий объем введения составляет до 1,5 страниц.

В основных главах, в зависимости от выбранного теоретического вопроса в соответствии с вариантом задания рассматривается технико-экономическая сущность содержания исследуемого вопроса.

Заключение должно отражать краткие выводы по выполненной работе, рекомендации и предложения автора. Заключение должно быть конкретным и опираться на материалы всего предыдущего исследования. Объем заключения 1–3 страницы. Список использованных источников должен включать не менее 10–15 источников. Сведения об источниках следует давать в соответствии с требованиями библиографии (автор, название, место, издательство, год издания или номер периодического издания и его название).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения практических занятий и самостоятельной работы магистрант получает теоретические знания, практические навыки по современным проблемам теплоэнергетики и теплотехники, сможет самостоятельно изучить и освоить многоаспектную деятельность в области проблем теплоэнергетики и теплотехники для дальнейшего углубления профессиональных навыков в обозначенной сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдюнин, Е. Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Е. Г. Авдюнин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0296-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124636> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Авдюнин, Е. Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Е. Г. Авдюнин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0296-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124636> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Авдюнин, Е. Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок : учебник / Е. Г. Авдюнин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-9729-0297-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124637> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Андык, В. С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС : учебник / В. С. Андык. — Томск : ТПУ, 2016. — 408 с. — ISBN 978-5-4387-0684-7. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107714>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Байтасов, Р. Р. Основы энергосбережения : учебное пособие для вузов / Р. Р. Байтасов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-5215-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180865>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Балошин, Ю. А. Физические основы ядерной энергетики : учебное пособие / Ю. А. Балошин, Ю. П. Заричняк, М. В. Успенская. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, [б. г.]. — Часть I — 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/71162>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак. — Томск : ТПУ, 2015. — 248 с. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82857>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Кудинов, А. А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина. — Москва : Машиностроение, 2011. — 374 с. — ISBN 978-5-94275-558-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2014>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Лебедев, В. А. Основы энергетики : учебное пособие / В. А. Лебедев, В. М. Пискунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-3452-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206309>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Овчинников, Ю. В. Основы теплотехники : учебник / Ю. В. Овчинников, С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 554 с. — ISBN 978-5-7782-3453-6. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118139>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-14710. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177027>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3694-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206825>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211124>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Трубаев, П. А. Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии : монография / П. А. Трубаев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 228 с. — ISBN 978-5-9729-0279-8. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124622>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Ушаков, В. Я. Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии : учебное пособие / В. Я. Ушаков, Н. Н. Харлов, П. С. Чубик. — Томск : ТПУ, 2015. — 388 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82837>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Черняев, М. В. Основы экономики топливно-энергетического комплекса : учебное пособие / М. В. Черняев. — Москва : Дашков и К, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-394-03021-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103791>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Шаров, Ю. И. Тенденции развития ТЭС : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. В. Боруш. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 259 с. — ISBN 978-5-7782-3343-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118169>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

18. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — Санкт Петербург : Лань, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4680-3. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195537>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

19. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-7262-17666. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75782>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	4
2. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	4
3. ТЕМАТИКА И СОСТАВ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ».....	6
4. ПОДГОТОВКА ДОКЛАДОВ И РЕФЕРАТОВ.....	10
4.1. Примерный перечень тем.....	11
4.2. Требования к объему и оформлению докладов и рефератов.....	12
4.3. Содержание и методические указания к выполнению реферата и подготовке доклада.....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	14
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	14

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий и выполнению самостоятельной работы
для магистрантов направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения

Составители:

Куцыгина Ольга Александровна
Петрикеева Наталья Александровна

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор О. А. Куцыгиной

Подписано к изданию 10.11.2023.

Уч.-изд. л. 0,8

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84