

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Лебедев

Проректор по образовательной
деятельности доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЭС И АЭС

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль):	Технологии производства электрической и тепловой энергии
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Андреев В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146.
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) подготовки «Технологии производства электрической и тепловой энергии».

Составитель _____ к.т.н. В.В. Андреев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики от 20.01.2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой Теплотехники _____ к.т.н., проф В.А. Лебедев
и теплоэнергетики

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ к.п.н. Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины:

– усвоение основ анализа таких режимных вопросов, связанных с эксплуатацией ТЭС и АЭС, как режимы работы и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования; режимы частичных нагрузок, пусковые режимы и аварийные ситуации; переходные режимы при нагружении энергоблоков и наборе нагрузки.

Основные задачи дисциплины:

- овладение знаниями особенностей режима работы, энергетических характеристик оборудования энергоблоков, правил и норм технической эксплуатации, аварийных режимов ТЭЦ, учета показателей работы электростанции;
- приобретение навыков осуществления расчета потерь топлива при пусковых режимах и анализа путей их сокращения; маневренности и мобильности энергоблоков; анализа режимов работы и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС; пусковых схем и графиков нагрузок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность программы «Технологии производства электрической и тепловой энергии» и изучается в 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС» являются «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС».

Знания, умения и компетенции, освоенные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин «Основы теории эксплуатации теплоэнергетических установок и систем», «Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС», а также в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Обучение строится на принципе междисциплинарной интеграции, т.е. согласовании содержания разных учебных дисциплин относительно познавательных и технологических проблем с целью обеспечения целостности учебного процесса и создания единого образовательного потенциала с использованием инновационных педагогических методов, средств и форм обучения.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать	УК-1	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи. УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, опре-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
стратегию действий		деляет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации). УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.
Способен обеспечивать безопасную эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности	ПКС-3	ПКС-3.1. Обеспечивает взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности. ПКС-3.2. Организует работы подчиненного персонала по обеспечению безопасной эксплуатации основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности. ПСК-3.3. Совершенствует технологии производственных процессов с соблюдением норм и правил промышленной безопасности.
Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовке обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения, обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования, электрических и тепловых сетей; участию в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.	ПКС-4	ПКС-4.1. Определяет потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготавливает обоснования развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения. ПКС-4.2. Обеспечивает бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования, электрических и тепловых сетей. ПСК-4.3. Участвует в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 академических часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия, в том числе:	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	108	108
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	36
Подготовка реферата	-	-
Подготовка к практическим занятиям	36	36
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Информационно-аналитический поиск	36	36
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	36 (Э)	36 (Э)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
ак. час.	216	216
зач. ед.	6	6

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, курсовая работа, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача экзамена.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1	Раздел 1. Графики электрических и тепловых нагрузок	26	4	4	-	18
2	Раздел 2. Маневренность и мобильность ТЭС	24	6	-	-	18
3	Раздел 3. Режимы работы ТЭС и ТЭЦ	30	8	4	-	18
4	Раздел 4. Энергетические характеристики оборудования энергоблоков	36	6	12	-	18
5	Раздел 5. Пусковые режимы и схемы энергоблоков	38	8	12	-	18
6	Раздел 6. Расходы и потери теплоты и топлива	26	4	4	-	18
	Итого:	180	36	36	-	108

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Суточные графики электрических нагрузок электростанций и энергосистемы. Неравномерность суточного графика электрической нагрузки. Годовые графики продолжительности электрических нагрузок. Базовые, полупиковые и пиковые электростанции. Особенности производства тепловой энергии на ТЭЦ. Графики теплотребления. Способы получения дополнительной электрической и тепловой мощностей.	4
2.	Раздел 2.	<p>Понятие о маневренности ТЭС. Маневренность неблочных электростанций, их пусковые режимы. Диапазон нагрузок энергоблоков. Регулировочный диапазон нагрузок. Технический минимум нагрузки энергоблоков с прямоточными и барабанными котлами. Основные требования к маневренности энергоблоков. Скорость нагружения энергоблока после длительной работы на частичной нагрузке. Скорость нагружения турбины, барабанного и прямоточного котлов. Влияние работы блока на скользящем давлении пара в котле на скорость нагружения котла и турбины.</p> <p>Понятие о мобильности ТЭС. Действительная и статическая мобильности. Подхват нагрузки вращающимся резервом. Аккумулирующая способность котлов. Показатели мобильности блоков 200 и 300 МВт.</p>	6
3.	Раздел 3.	<p>Особенности эксплуатации ТЭС блочной структуры. Показатели экономичности при работе на частичных нагрузках. Регулирование мощности блока скользящим начальным давлением пара. Вспомогательное оборудование при эксплуатации на частичных нагрузках. Способы прохождения минимальных нагрузок на КЭС. Основные принципы регулирования мощности атомной электростанции.</p> <p>Особенности режимов работы оборудования ТЭЦ. Режимы работы турбоустановки с промышленным и теплофикационным регулируемым отборами пара и конденсацией. Режимы работы отопительных ТЭЦ.</p> <p>Влияние параметров и режимов работы теплосети на тепловую экономичность ТЭЦ.</p> <p>Взаимосвязь режимов работы тепловой сети и теплофикационных турбин.</p>	8
4.	Раздел 4.	<p>Зависимости КПД оборудования от нагрузки. Многофакторность энергетических характеристик. Диаграммы режимов турбины. Тепловые характеристики котлоагрегатов.</p> <p>Формы отчета электростанций о тепловой экономичности оборудования. Расследование и учет технологических нарушений в работе электростанций. Инцидент и авария. Виды и способы остановов энергоблоков и их оборудова-</p>	6

		ния. Основные понятия о готовности к работе и надежности оборудования. Планирование и организация ремонта. Классификация режимов работы АЭС. Основная документация по ведению режимов электростанций.	
5.	Раздел 5.	<p>Основные критерии надежности пусковых режимов энергоблоков. Организация пусков энергоблоков, их классификация в зависимости от температурного состояния оборудования. Скользящие параметры при пуске блока. Пусковые схемы энергоблоков и общие требования к ним. Одно- и двухбайпасная пусковые схемы. Пусковая схема энергоблока с прямоточными котлами. Основные узлы, элементы и их назначение. Пускосбросное оборудование. Общие принципы технологии пуска блока. Пусковые схемы энергоблоков с барабанным котлом, основные элементы, их назначение. Особенности пуска блоков из неостывшего и горячего состояний. Графики задания пусков блоков из различных тепловых состояний. Пуск блоков из холодного и неостывшего состояний.</p> <p>Остановы блоков. Остановы блоков и их классификация в зависимости от причин и применяемой технологии. Основные принципы пуска и останова АЭС.</p>	8
6.	Раздел 6.	Источники расходов и потерь топлива при пуске блоков. Этапы нестационарных режимов блока, связанные с потерями топлива. Методика расчетов потерь топлива при пусковых режимах блоков мощностью 160, 210 и 300 МВт. Анализ и пути сокращения потерь топлива при пусковых режимах.	4
		Итого	36

4.2.3. Лабораторный практикум: лабораторный практикум по данной дисциплине не предусмотрен.

4.2.4. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоёмкость (час.)
1	Раздел 1.	Построение и анализ суточных графиков нагрузок ТЭС	4
2	Раздел 3.	Построение и проведение расчетов по диаграмме режимов турбоустановки	4
3	Раздел 4.	Расчет технико-экономических показателей ТЭС	6
4		Оценочные расчеты показателей электростанций с использованием многофакторных энергетических характеристик	6
5	Раздел 5.	Анализ пусковой схемы и последовательность пусковых операций для энергоблоков с прямоточным котлом	6
6		Анализ пусковой схемы и последовательность пусковых операций для энергоблоков с барабанным котлом	6
7	Раздел 6.	Расчет пусковых потерь топлива энергоблоков	4

		Итого:	36
--	--	---------------	-----------

4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Тематика курсовых работ
1.	Расчет потерь топлива при пуске энергоблока на твердом топливе после простоя
2.	Расчет потерь топлива при пуске энергоблока на жидком топливе из холодного состояния
3.	Расчет потерь топлива при пуске энергоблока на жидком топливе из неостывшего состояния
4.	Расчет потерь топлива при пуске энергоблока на газообразном топливе из холодного состояния
5.	Расчет потерь топлива при пуске энергоблока на жидком топливе из горячего состояния

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Семинарские занятия. Цели семинарских занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся 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.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Графики электрических и тепловых нагрузок

1. В чем заключается сущность эксплуатации ТЭС?
2. Каковы особенности эксплуатации ТЭС и АЭС?
3. Что Вы знаете о классификации и структуре электростанций России?
4. Какие типы энергоустановок позволяют наиболее эффективно использовать энергоресурсы?
5. Каковы преимущества блочной структуры ТЭС?
6. Изобразите и охарактеризуйте типовой суточный график электрической нагрузки энергосистемы. Охарактеризуйте понятие неравномерности суточного графика электрической нагрузки.
7. В чем заключается преимущество комбинированной выработки тепло- и электроэнергии на ТЭЦ?
8. Каковы основные способы получения пиковых мощностей на электростанциях?
9. Как влияют начальные параметры пара на время пуска полупиковых и пиковых энергоустановок?
10. Какие ограничения по характеристикам оборудования могут препятствовать форсировке мощности путем отключения подогревателя высокого давления (ПВД)?

Раздел 2. Маневренность и мобильность ТЭС

1. Объясните из каких элементов складывается понятие маневренности ТЭС?
2. Какие имеются возможности для разгрузки турбоагрегатов неблочной конденсационной электростанции (КЭС)?
3. Назовите этапы надежного пуска барабанного котла неблочной КЭС.
4. Чем определяется диапазон нагрузок энергоблоков?
5. Какие факторы ограничивают нижний предел разгрузки барабанных и прямоточных котлов?
6. Что ограничивает скорость нагружения турбины?
7. От каких факторов зависит скорость нагружения барабанных и прямоточных котлов?
8. Какие специальные мероприятия конструктивного и режимного характера обеспечивают возможность повышения скорости нагружения барабанного котла?
9. Как влияет скользящее давление на скорость нагружения барабанного и прямоточного котлов?
10. Что понимается под мобильностью ТЭС? В каких ситуациях возникает необходимость в использовании мобильности энергоблока?
11. Сравните действительную и статическую мобильности энергоблока. Какая из них ниже и почему?
12. Объясните, как влияет на мобильность энергоблока тип котла (барабанный, прямоточный) и наличие (отсутствие) промежуточного перегрева пара?
13. Какие мероприятия могут способствовать повышению мобильности энергоблока?

Раздел 3. Режимы работы ТЭС и ТЭЦ

1. В чем заключаются преимущества блочной структуры по сравнению со схемами с поперечными связями?

2. Каковы технологические принципы удержания блоков на нагрузке собственных нужд при сбросе нагрузки?
3. На какую пропускную способность и на какое быстродействие рассчитываются быстро реагирующие охладительные установки (БРОУ) в схемах с прямоточными котлами?
4. В чем отличие перевода блока с прямоточными котлами на нагрузку собственных нужд от блока с барабанными котлами?
5. Охарактеризуйте отличие частичных нагрузок энергоблоков от номинальной нагрузки.
6. Изобразите в общем виде в $h-s$ диаграмме процессы расширения пара в турбине при дроссельном и сопловом парораспределениях.
7. В чем состоят преимущества регулирования мощности блока скользящим начальным давлением пара? Охарактеризуйте влияние скользящего начального давления пара на работу турбины и котла (прямоточного и барабанного).
8. В чем заключаются особенности работы оборудования ТЭЦ?
9. Какие параметры пара применяются для технологических нужд водяных систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции?
10. Какие турбины устанавливаются на промышленно-отопительных ТЭЦ?
11. Что ограничивает единичную мощность турбин типа «Т», «ПТ» и «Р» на ТЭЦ?
12. Как покрываются тепловые нагрузки в период максимального потребления тепла? Что такое коэффициент теплофикации ТЭЦ?

Раздел 4. Энергетические характеристики оборудования энергоблоков

1. Что такое коэффициент холостого расхода пара на турбину?
2. Какие факторы влияют на энергетическую характеристику энергоблока?
3. Что такое нормативная энергетическая характеристика энергоблока?
4. Каковы способы построения энергетических характеристик теплофикационных турбин?
5. Что такое диаграмма режимов турбины?
6. Каковы основные тепловые (статические) характеристики котлов?
7. Какие показатели по работе ТЭС вносятся в технический отчет о тепловой экономичности?
8. Приведите примеры внезапных и постепенных отказов оборудования ТЭС.
9. Какие принимаются меры для устранения постепенных отказов?
10. Дайте классификацию и охарактеризуйте инциденты и аварии.
11. Перечислите основные нарушения нормального режима работы котлоагрегатов и меры по их предотвращению?
12. Какие аварийные ситуации требуют останова турбины со срывом вакуума?
13. Перечислите основные аварийные режимы на АЭС.

Раздел 5. Пусковые режимы и схемы энергоблоков

1. Перечислите узлы и детали котла, турбины и паропроводы, в которых могут возникать особенно большие термические напряжения.
2. По каким показателям осуществляется контроль за состоянием турбины при пуске? Какие факторы, определяющие термическое напряжение турбины при пуске, являются управляемыми? Их взаимосвязь.
3. Какие условия следует соблюдать при пуске барабанных котлов высокого давления и прямоточных котлов?
4. На какие этапы можно подразделить пуск блоков в соответствии с их целевым назначением?
5. Как различают режимы пуска в зависимости от исходного состояния оборудования? Сформулируйте преимущества блока на скользящих параметрах пара.

6. Изобразите принципиальные одно- и двухбайпасную пусковые схемы и охарактеризуйте их. Какие условия вызывают необходимость применения двухбайпасной схемы?

7. Охарактеризуйте принципиальную типовую пусковую схему моноблока мощностью 300 МВт и назовите ее узлы и их назначение.

8. Какая схема пускового узла котла обеспечивает пуск на скользящих параметрах? Изобразите схему этого пускового узла. Назовите основные элементы и их назначение.

9. Каким образом осуществляется использование теплоты, отводимой от пускового узла котла, и на какие нужды она используется в типовых пусковых схемах?

10. Изобразите принципиальные схемы регулирования температуры свежего пара, промежуточного перегрева в пусковой схеме моноблока мощностью 300 МВт и поясните принципы их работы.

11. Какой узел в типовой пусковой схеме обеспечивает паром собственные нужды блока при пуске? Перечислите потребителей и источники пара.

12. Назовите основные этапы пуска блока по типовой пусковой схеме. Назовите основные критерии надежности пуска блока.

13. Объясните содержание графиков-заданий пуска блоков из различных тепловых состояний. В чем состоит различие графиков-заданий пуска блока в зависимости от времени простоя оборудования?

14. Изобразите принципиальную пусковую схему с барабанным котлом. Назовите основные ее элементы и их назначение.

15. Как технологически и с соблюдением каких критериев надежности осуществляется пуск из неостывшего и горячего состояний оборудования?

16. В чем заключаются особенности останова блока с барабанным котлом?

Раздел 6. Расходы и потери теплоты и топлива

1. Назовите и поясните источники потерь топлива в период простоя и подготовки энергоблока к пуску, в период растопки котла, разворота и нагружения турбины и стабилизации режима работы энергоблока.

2. Какие факторы способствуют снижению потерь топлива при пусковых режимах?

3. Какова ориентировочно величина потери топлива при пуске моноблока мощностью 300 МВт из неостывшего (простой двое суток) и горячего (простой 8 часов) состояний?

4. Какие виды топлива характеризуются максимальными потерями при пусках энергоблоков?

5. Какова ориентировочно погрешность методик, позволяющих определять пусковые потери топлива?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену (по дисциплине):

1. Чем обусловлен переход к блочной структуре ТЭС?

2. Какие установки используются для пикового режима работы?

3. Что такое коэффициент теплофикации?

4. Какой должен быть технический минимум нагрузки для КЭС с различными видами котлов?

5. Что называется мобильностью энергоблока?

6. Какие факторы влияют на статическую и действительную мобильность?

7. Чем вызвано применение двухбайпасной пусковой схемы?

8. Какая арматура имеется у котлов и ее назначение?

9. Как изменяются параметры в барабане котла при пусках?

10. В каких случаях производится немедленная остановка турбины?

11. За счет чего происходит повышение экономичности при работе энергоблока на скользящем давлении?
12. Диаграмма режимов теплофикационной турбины.
13. Чем обусловлены пусковые потери топлива?
14. Какая документация используется при пусках энергоблоков?
15. Как классифицируются энергопроизводящие объекты на электростанциях?
16. Каким критерием оценивается соотношение суточных минимума и максимума нагрузки?
17. Какие существуют способы выравнивания графиков нагрузки?
18. Какой режим экономически оправдан в период максимальной нагрузки?
19. Какие показатели характеризуют маневренность энергоблока?
20. Режим свободного распределения пара в теплофикационных турбинах?
21. Как увеличить КПД котлоагрегата при постоянной нагрузке?
22. В каких случаях требуется немедленный останов котла?
23. Какие существуют методы повышения маневренности паровых турбин?
24. Что называется аккумулярующей способностью котлоагрегата?
25. Из-за чего возрастают пусковые потери в котлах?
26. Какие факторы влияют на экономичность энергоблока при работе на частичных нагрузках?
27. Что такое напор турбонасоса и чему он пропорционален?
28. Какие факторы влияют на эксплуатацию ТЭС?
29. Какие мероприятия характеризуют особенность эксплуатации энергоблоков?
30. Какая схема применяется на блочных ТЭЦ?
31. Какие энергоустановки обеспечивают максимальный КПД цикла?
32. Что обусловило переход к блочным схемам ТЭС?
33. Какие недостатки имеют блочные схемы?
34. Какие показатели входят в понятие маневренности?
35. Что ограничивает маневренность паровых турбин?
36. Какие меры применяются для повышения маневренности котлов?
37. Как влияет вид топлива на минимальный допустимый уровень нагрузки котла?
38. Как влияет продолжительность останова энергоблока на длительность его нагружения?
39. Как влияет способ шлакоудаления на технический минимум мощности энергоблока?
40. Как влияет на работу оборудования число разгрузок и нагружений энергоблока?
41. Когда АЭС должны немедленно отключаться от сети без выдержки времени?
42. Почему при снижении давления паропроизводительность котла может увеличиться?
43. Чему пропорционален подхват нагрузки турбиной в переходный период?
44. Что такое коэффициент рабочего времени?
45. Принцип энергогенерации на гидроаккумулирующих станциях?
46. Какие ограничения накладываются на магистрали, передающие пар промышленным предприятиям?
47. Какие существуют виды теплоснабжения?
48. Какие параметры сетевой воды обеспечивают основные подогреватели ТЭЦ?
49. Какая величина тепловой нагрузки теплофикационных отборов экономически целесообразна?
50. Что показывает параметр, определяемый $\alpha_{тэц}$?
51. Как влияет длительность простоя на программу пуска котла?
52. Какова продолжительность остывания основного энергетического оборудования?
53. Какова скорость прогревания паровых турбин из различного состояния?

54. Как влияет марка стали на надежность работы промежуточных пароперегревателей?
55. Какой должен быть расход питательной воды при пуске прямоточного котла?
56. Что позволяют сетевые графики?
57. Что такое критический путь сетевого графика?
58. Что ограничивает мощность оборудования в процессе эксплуатации?
59. Какие показатели снижают мощность турбин в процессе эксплуатации?
60. Как зависит продолжительность капитального ремонта от конструкции агрегатов?
61. Какие мероприятия выполняются при капитальном ремонте основного оборудования?
62. Какие существуют критерии энергоэффективности ТЭЦ?
63. Какие требования предъявляются к блочным схемам?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Коэффициент теплофикации это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение отпуска теплоты из отборов турбины к общему отпуску тепла от ТЭЦ в период максимальной нагрузки 2. отношение отпуска теплоты из отборов турбины к общему расходу тепла на турбину в период максимальной нагрузки 3. отношение отпуска теплоты из отборов турбины к отпуску тепла от пиковых водогрейных котлов в период максимальной нагрузки 4. отношение отпуска тепла от пиковых водогрейных котлов к общему отпуску тепла от ТЭЦ в период максимальной нагрузки
2.	Мобильностью энергоблока называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. возможность длительной работы энергоблока на холостом ходу и нагрузке собственных нужд 2. возможность быстрого перехода энергоблока от нагрузки собственных нужд к полной нагрузке 3. возможность достижения заданной скорости планового нагружения и разгрузки 4. возможность подхвата энергоблоком мощности в течение нескольких секунд после резкого снижения частоты
3.	На отличие в значениях статической и действительной мобильности, влияют следующие факторы...	<ol style="list-style-type: none"> 1. наличие емкости промежуточного перегрева пара и влияние понижения давления пара перед турбиной 2. величина начального дефицита мощности в энергосистеме и влияние понижения давления пара перед турбиной 3. величина вращающего резерва и величина начального дефицита мощности в энергосистеме 4. величина вращающегося резерва и наличие емкости промежуточного перегрева пара

4.	Применение двухбайпасной пусковой схемы вызвано требованием ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. необходимость пуска блока из холодного состояния 2. необходимость удержания блока на холостом ходу после полного сброса нагрузки 3. необходимость надежного охлаждения трубок первичного пароперегревателя 4. необходимость надежного охлаждения трубок промежуточного пароперегревателя
5.	Укажите назначение встроенной задвижки (ВЗ) в тракте прямооточного котла ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. немедленном останове работающего котла 2. прекращении подачи пара на турбину 3. обеспечении работы котла в режиме скользящего давления 4. обеспечении пуска прямооточного котла из различных тепловых состояний
6.	Укажите случаи, в которых производится немедленная остановка турбины со срывом вакуума в конденсаторе ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличение частоты вращения ротора турбины сверх установки срабатывания автомата безопасности 2. значительное ухудшение вакуума в конденсаторе 3. поломка в системе регулирования турбины 4. недопустимое повышение температуры выхлопного патрубка
7.	Фактор, за счет которого производится повышение экономичности при работе энергоблока на скользящем давлении...	<ol style="list-style-type: none"> 1. за счет сохранения начальной температуры при всех частичных расходах пара равной номинальной 2. за счет увеличения начальной температуры при всех частичных расходах пара сверх номинальной 3. за счет повышения начального давления при всех частичных расходах пара сверх номинального 4. за счет увеличения подвода теплоты в промежуточный перегреватель котла
8.	Зависимость, установленная диаграммой режимов теплофикационной турбины ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. расхода пара на турбину в зависимости от давления в конденсаторе 2. расхода пара в конденсатор и в теплофикационный отбор турбины в зависимости от давления в отборе турбины 3. расхода пара в конденсатор и в теплофикационный отбор в зависимости от электрической мощности турбины 4. давления пара в теплофикационном отборе и в конденсаторе от электрической мощности турбины
9.	В отдельные периоды пуска пусковые потери топлива пропорциональны величине...	<ol style="list-style-type: none"> 1. скорости нагружения блока 2. температуре металла и теплоносителя в указанные периоды пуска 3. длительности указанных периодов пуска 4. скорости вращения турбоагрегата в указанные периоды пуска
10.	Отчетным документом при пуске энергоблока является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. график – задание на пуск блока 2. режимная карта котлоагрегата 3. сетевой график пуска 4. пусковая ведомость
11.	При постоянной паропроизводительности КПД котлоагрегата увеличивается...	<ol style="list-style-type: none"> 1. при увеличении температуры питательной воды 2. при увеличении влажности топлива 3. при увеличении зольности топлива 4. при снижении температуры уходящих газов

12.	Отключение действием защит или персоналом с немедленным остановом котла требуется в случаях...	<ol style="list-style-type: none"> 1. прекращение действия всех питательных насосов 2. прекращение работы золоулавливателей 3. выход из строя дистанционных указателей уровня воды в барабане 4. резкое ухудшение качества питательной воды против норм
13.	Мероприятия, не относящиеся к методам повышения маневренности паровых турбин ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. применение растопочных РОУ с достаточной пропускной способностью 2. локализация областей высоких температур путем экранирования области паровпуска 3. применение системы охлаждения выхлопного патрубка ЦНД при малых нагрузках 4. применение предтолчкового прогрева паровпускных труб
14.	В котлоагрегате аккумулирующей способностью называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. общее тепло аккумулированное в кипящей воде котла 2. масса пара находящегося в пароперегревателе и паропроводах 3. тепло аккумулированное в металле поверхностей нагрева 4. количество дополнительно выработанного пара при снижении давления на 1 МПа
15.	Показатель, который не входит в понятие маневренность...	<ol style="list-style-type: none"> 1. допустимая скорость планового нагружения 2. технический минимум нагрузки 3. гарантированный КПД электростанции 4. продолжительность пуска блока из различных тепловых состояний
16.	Для маневренности паровых турбин ограничивающим фактором является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. частота в энергосистеме 2. температурные напряжения в толстостенных элементах 3. неравномерный прогрев отдельных экранных контуров 4. применение газообразного топлива
17.	Не повышают маневренность котлов следующие меры...	<ol style="list-style-type: none"> 1. останов котла в резерв с консервацией давления закрытием ГПЗ и шиберов на газоходах 2. паровой обогрев барабана паром от постороннего источника 3. многоярусное расположение горелок у газомазутных топков 4. температурная разверка по змеевикам прямоточных котлов
18.	На номинальном давлении в пределах регулировочного диапазона оборудование энергоблоков должно быть рассчитано на число циклов разгрузок и нагружений ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 тысяч 2. 20 тысяч 3. 30 тысяч 4. 40 тысяч

19.	АЭС должны немедленно отключаться от сети без выдержки времени при следующем аварийном снижении частоты энергоблока ...	1. 48 Гц 2. 47 Гц 3. 46 Гц 4. 45 Гц
20.	Отношение, характеризующее коэффициент рабочего времени...	1. отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования установленной мощности 2. отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования максимума нагрузки 3. отношение годовой выработки эл. энергии к числу часов использования минимума нагрузки 4. отношение времени работы эл. станции в году к 8760

Вариант 2.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Ограничение по протяженности магистралей, передающих пар промышленным потребителям ...	1. 1-2 км 2. 3-4 км 3. 5-7 км 4. 8-10 км
2	Вид теплоснабжения, имеющий сезонный характер ...	1. производственное теплоснабжение 2. вентиляционные нагрузки 3. горячее водоснабжение 4. отопление
3	Предельная температура сетевой воды, обеспеченная основными подогревателями ТЭЦ ...	1. 90-95 ° 2. 95-105 °С 3. 105-110 °С 4. 115-120°С
4	Экономически целесообразно расчетную величину тепловой нагрузки теплофикационных отборов выбирать...	1. ниже максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения 2. авной максимуму тепловой нагрузки системы теплоснабжения 3. на 10% выше максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения 4. на 20% выше максимума тепловой нагрузки системы теплоснабжения
5	Параметр, определяемый $\alpha_{ТЭЦ}$ показывает...	1. какую часть тепловой нагрузки покрывают из отборов турбины 2. какую часть тепловой нагрузки покрывают все пиковые подогреватели 3. какая часть максимальной нагрузки должна быть покрыта в данном климатическом сезоне 4. какая часть тепловой нагрузки покрывается одним основным сетевым подогревателем
6	Температура стенки труб, при которой обеспечивается надежная работа промперегревателя из стали 12Х 1 МФ, составляет не выше...	1. 450°С 2. 500°С 3. 580°С 4. 650°С

7	Доля от номинала для растопочного расхода питательной воды при пуске прямоточного котла составляет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 20% 2. 30% 3. 40% 4. 50%
8	Дать определение критического пути сетевого графика...	<ol style="list-style-type: none"> 1. непрерывная последовательность работ от начального события до конечного, требующая наименьшего времени для выполнения 2. непрерывная последовательность работ от начального события до конечного, требующая наибольшего времени для выполнения 3. время, за которое может быть выполнено параллельно максимальное количество работ по сетевому графику 4. среднее время выполнения различных работ по сетевому графику
9	Сетевые графики не позволяют...	<ol style="list-style-type: none"> 1. вскрыть резервы времени для уменьшения продолжительности пусковых операций 2. исключить неправильную последовательность действий 3. повысить надежность пусковых операций 4. характеризовать тепловое состояние элементов оборудования
10	Режим работы при скользящем начальном давлении не позволяет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. обеспечить повышение экономичности на частичных режимах 2. обеспечить повышение мобильности блока 3. получить экономию за счет уменьшения мощности питательного насоса 4. обеспечить устойчивый температурный режим турбины
11	Мощность турбин в процессе эксплуатации не снижает показатель...	<ol style="list-style-type: none"> 1. занос отложениями проточной части 2. понижение давления в конденсаторе 3. загрязнение трубок конденсатора 4. снижение расхода циркуляционной воды через конденсатор
12	На ТЭС в зависимости от конструкции агрегатов продолжительность капитального ремонта составляет до...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 15-20 суток 2. 30 суток 3. 40 суток 4. 70 суток
13	Мероприятие, выполняемое в ходе капитального ремонта...	<ol style="list-style-type: none"> 1. чистка поверхностей нагрева котла 2. чистка трубок конденсаторов 3. модернизация проточной части турбины 4. устранение протечек и парения арматуры
14	Одним из критериев энергетической эффективности ТЭС является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. максимальная мощность при работе на конденсационном режиме 2. максимальный отпуск тепла потребителю 3. удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении 4. минимально допустимая нагрузка, облегчающая возможность маневрирования

15	Продолжительность набора мощности (~ 10%), при закрытии обратных клапанов отбора пара на ПВД у турбины К-200-130, составляет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 406 сек 2. 8-10 сек 3. 12-14 сек 4. 18-20 сек
16	Следующий параметр при построении диаграммы режимов теплофикационной турбины не является фиксированным ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. давление острого пара 2. температура острого пара 3. давление в регулируемом отборе 4. расход отборного пара
17	Одна из причин аварийного останова турбины со срывом вакуума ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. возникновение недопустимого резкого осевого сдвига ротора турбины 2. значительном ухудшении вакуума в конденсаторе 3. недопустимом повышении температуры выхлопного патрубка 4. поломка в системе регулирования, которую нельзя устранить на ходу турбины
18	Причина возрастания пусковых потерь ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. при уменьшении мощности блока 2. при снижении начальных давления и температуры пара 3. при переходе с газообразного на твердое топливо 4. при снижении металлоемкости оборудования
19	Квадрату частоты вращения пропорционален следующий параметр турбопитательного насоса ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. производительность насоса 2. напор насоса 3. мощность насоса 4. КПД насоса
20	Мероприятие, характеризующее особенность эксплуатации энергоблока...	<ol style="list-style-type: none"> 1. наличие трансформатора собственных нужд ГРЭС 2. обеспечение при работе АЭС регламентированных экологических показателей 3. обеспечение нормированного штатного коэффициента персонала станции 4. централизация управления энергоблоком из единого центра БЦУ

Вариант 3.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Единицы измерения мобильности энергоблока ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гц/сек 2. МВт/Гц 3. МВт/сек 4. МПа/сек
2	В теплофикационных турбинах режимом свободного распределения пара называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. полное закрытие диафрагмы 2. полное закрытие регулировочных клапанов 3. полное открытие диафрагмы 4. полное открытие регулировочных клапанов
3	С полностью открытыми регулирующими клапанами при работе на скользящем начальном давлении невозможно...	<ol style="list-style-type: none"> 1. обеспечить быстрый подхват мощности турбиной 2. снизить нагрузку энергоблока 3. обеспечить работу поддержанием темпера-

		туры острого пара постоянной 4. снизить потери на сжатие питательной воды в насосе
4	Условие увеличения КПД котлоагрегата при постоянной паропроизводительности...	1. при увеличении температуры питательной воды 2. при увеличении влажности топлива 3. при увеличении зольности топлива 4. при снижении температуры уходящих газов
5	Отключение действием защит или персонала с немедленным остановом котла, требуется в случаях...	1. прекращение действия всех питательных насосов 2. прекращение работы золоулавливателей 3. выход из строя дистанционных указателей уровня воды в барабане 4. резкое ухудшение качества питательной воды против норм
6	Мероприятие, характеризующее особенность эксплуатации энергоблока...	1. наличие трансформатора собственных нужд ГРЭС 2. обеспечение при работе АЭС регламентированных экологических показателей 3. обеспечение нормированного штатного коэффициента персонала станции 4. централизация управления энергоблоком из единого центра БЩУ
7	На неблочных ТЭЦ чаще всего применяются...	1. продольные связи 2. поперечные связи 3. перпендикулярные связи 4. моноблочная схема
8	Энергогенерирующие установки, обеспечивающие максимальный КПД цикла ...	1. ТЭС на докритические параметры пара 2. ТЭС на параметры СКД 3. угольные ТЭС на суперкритические параметры пара 4. парогазовые установки
9	Мероприятие, обусловившее переход к блочным схемам ТЭС ...	1. укрупнением мощности энергоблоков 2. строительством новых энергоблоков АЭС 3. началом применения промежуточного перегрева пара 4. появившимися ограничениями в водоснабжении ГРЭС экологических показателей
10	Наиболее важным недостатком блочных схем является...	1. более низкая маневренность установки 2. более низкая надежность блочной ГРЭС 3. усложнение тепловой схемы и коммуникаций 4. отсутствие жесткой связи по режиму котла и турбины
11	Переход к блочной структуре ТЭС обусловлен...	1. начало применения регенеративного подогрева питательной воды 2. широкое внедрение теплофикации 3. переход к повышенным начальным параметрам пара 4. началом применения промежуточного перегрева пара
12	Для КЭС с газомазутными котлами технический минимум нагрузки должен составлять...	1. 30% от номинальной мощности 2. 45% от номинальной мощности 3. 60% от номинальной мощности 4. 70% от номинальной мощности

13	Давление в барабане, при подключении барабанного котла к общей магистрали при пуске, составляет...	<ol style="list-style-type: none"> на 0,1-0,2 МПа ниже, чем в магистрали на 0,4-0,5 МПа выше, чем в магистрали на 0,1-0,2 МПа выше, чем в магистрали на 0,4-0,5 МПа ниже, чем в магистрали
14	Признак классификации энергопроизводящих объектов на электростанции: на органическом топливе, ядерном горючем, геотермальной и ветровой энергии это деление...	<ol style="list-style-type: none"> по участию в покрытии графиков нагрузки по назначению и форме использования по источникам энергии по виду выдаваемой энергии
15	Соотношение суточного минимума нагрузки и суточного максимума это...	<ol style="list-style-type: none"> коэффициент плотности графика нагрузки среднесуточная нагрузка скорость набора нагрузки коэффициент неравномерности графика нагрузки
16	К способу выравнивания графиков нагрузки не относится мероприятие...	<ol style="list-style-type: none"> введение разных тарифов на электроэнергию в дневное и ночное время суток создание аккумуляторов энергии создание гидроаккумулирующих электростанций строительство теплоэлектростанций
17	В периоды максимальной нагрузки экономически оправданным является следующее значение величины коэффициента теплофикации ...	<ol style="list-style-type: none"> 0,1÷0,3 0,3÷0,5 0,5÷0,7 0,7÷0,9 0,9÷1,0
18	Маневренность энергоблока не характеризуют ниже перечисленные показатели...	<ol style="list-style-type: none"> технический минимум нагрузки скорость планового нагружения расчетный коэффициент теплофикации расход топлива на пуск блока
19	При работе на частичных нагрузках, на изменение экономичности блока практически не влияет фактор...	<ol style="list-style-type: none"> изменение КПД котла в диапазоне нагрузок 70÷100% от номинальной снижение температуры питательной воды нарушение оптимального соотношения осевых и окружных скоростей пара в ступенях турбины относительное увеличение расхода электроэнергии на собственные нужды
20	Длительность простоя при пуске блока из холодного состояния составляет ...	<ol style="list-style-type: none"> более 1 часа более 6-10 часов более 70-90 часов более 40-50 часов

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Кругликов, П. А. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: Учеб.пособие / Кругликов П.А., Пискунов В.М. - Москва :ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 150 с.:. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561338>

7.1.2. Дополнительная литература

1. 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.

2. 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. Экземпляров 18.

3. Русина, А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / А.Г. Русина, Т.А. Филиппова. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 400 с. : табл., граф., схем., ил. - (Учебники НГТУ).

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436047>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС: метод. указания для проведения практических занятий/ сост. В.М. Пискунов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2018.

https://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1544098162.pdf

2. Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС: метод. указания к курсовому проекту/ сост. В.М. Пискунов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2018.

https://ior.spmi.ru/system/files/kr/kr_1544098162.pdf

7.2. 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/.

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/.

9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <https://www.rsl.ru>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Ру-конт»». <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

Лекционная аудитория: мультимедийный проектор – 1 шт.; стол – 45 шт.; стул – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

Лаборатории оснащены оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

Компьютерный класс:

28 посадочных мест, комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (возможность доступа к сети «Интернет») – 1 шт., стол компьютерный – 16 шт., стол – 2 шт., стул – 28 шт., компьютер для студентов – 18 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Аудитория:

90 посадочных мест, Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 45 шт., стул – 92 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)