МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной деятельности

_____ Савельев К.В.

31.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.3. Энергетические системы и комплексы

Научная специальность	2.4.5. Энергетические системы и комплексы
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2023
Выпускающая кафедра	Тепловые электрические станции
Кафедра-разработчик	Тепловые электрические станции
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180 / 5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Зачет, Кандидатский экзамен

Самара 2023 г.

2.1.3. «Энергетические системы и комплексы»

Разработчик рабочей программы:

Профессор, д.т.н.,профессор — Кудинов А.А.
(должность, степень, ученое звание)

РПД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Тепловые электрические станции

Заведующий кафедрой — к.э.н., доцент — Трубицин К.В.
(степень, ученое звание, подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины 4
2. Требования к результатам освоения дисциплины............. 4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы... 5
4. Структура и содержание дисциплины 5
   4.1.Структура дисциплины. 5
   4.2. Содержание дисциплины 6
5. Образовательные технологии 10
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости
   и промежуточной аттестации 11
   6.1.Перечень оценочных средств для текущего контроля. 11
   6.2.Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации........... .. 11
7. Учебно-методическое и информационно-методическое обеспечение......... .. 14
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»... 15
9. Материально-техническое обеспечение. 16

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины «Энергетические системы и комплексы»

1. Разработка научных основ исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых источниках энергии.

2. Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых источниках энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии.

3. Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использование органического и альтернативных топлив и возобновляемых источников энергии, способов снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышение надежности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок.

Задачи дисциплины

1. Формирование углубленных теоретических знаний по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

2. Использование углубленных теоретических знаний по научной специальности для критического анализа достижений научной отрасли в целом и в рамках конкретной исследуемой проблемы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться знания, умения и навыки, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности, в том числе для подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица1

Результат освоения дисциплины		
Код результата освоения	Планируемый результат освоения	Результаты обучения *(знать, уметь, владеть)*
ОР3	Сдан кандидатский экзамен по дисциплине «Энергетические системы и комплексы»	**Знать:** теоретические концепции и методологические основы данной научной отрасли; основные тенденции и результаты новейших теоретических и прикладных исследований в рамках научной специальности; основные положения, принципы, методы сбора, обработки и анализа научной информации; **Уметь:** использовать полученные теоретические знания для решения вопросов собственного научного исследования, учитывая современные научные тенденции; структурировать и обобщать имеющийся в литературе и электронных базах данных материал; аргументированнопредставлять результаты собственного исследования; **Владеть:** навыками оценки состояния и динамики развития своей предметной области на современном этапе развития науки и техники.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» является обязательной дисциплиной образовательного компонента учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Освоение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, сформированные в процессе обучения по образовательным программам магистратуры или специалитета.

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для реализации блока образовательного компонента «Практики», а также научного компонента программы аспирантуры: научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите; подготовка публикаций и(или) результатов интеллектуальной деятельности, а также для прохождения промежуточной аттестации – сдаче кандидатского экзамена по научной специальности.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются в ходе выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Энергетические системы и комплексы» составляет 5 зачетных единиц (ЗЕТ), 180 академических часов.

Распределение учебного времени, отведенного на дисциплину

Таблица2

Вид учебной работы	Семестр, час.								Всего, зет / час.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:					**36**	**18**			**1,5 / 54**
Лекции (ЛЗ)					36	18			1,5 / 54
Практические занятия (ПЗ)									
Самостоятельная работа (всего), в том числе:					**36**	**90**			**3,5 / 126**
самостоятельное изучение теоретического материала					36	54			2,5 / 90
промежуточная аттестация (подготовка к кандидатскому экзамену)						36			1 / 36
Форма промежуточной аттестации					Зачет	Зачет, Кандидатский экзамен			
Итого:					**72**	**108**			**5 / 180**

Распределение учебного времени по разделам дисциплины

Таблица 3

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы			
		ЛЗ	ПЗ	СРС	Всего часов
5 семестр					
1	Термодинамика энергетических установок. Тепломассообмен и теплопередача.	6		6	12
2	Энергетическое топливо и теория горения.	6		6	12
3	Энергетические котельные установки.	6		6	12
4	Энергетические паротурбинные установки.	6		6	12
5	Тепловые электрические станции, показатели тепловой. экономичности ТЭС.	6		6	12
6	Системы топливоподачи, технического водоснабжения и газоочистки на ТЭС.	6		6	12
Итого за семестр		36		36	72
6 семестр					
7	Балансы пара и воды на ТЭС.	6		18	12
8	Тепловые схемы ТЭС. Режимы работы оборудования ТЭС.	6		18	12
9	Возобновляемые источники энергиии энергоустановки на их основе.	6		18	12
	Промежуточная аттестация (подготовка к кандидатскому экзамену)			36	36
Итого за семестр		18		90	108
Итого		**54**		**126**	**180**

4.2. Содержание дисциплины

Содержание лекционных занятий

Таблица 4

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции	Количество часов
5 семестр				
1	Термодинамика энергетических установок. Тепломассообмен и теплопередач	Термодинамика теплоэнергетических установок.	1.Первый и второй законы термодинамики. 2.Термодинамика газового потока. 3. Циклы компрессионных машин, двигателей внутреннего сгорания, паросиловых, газотурбинных и парогазовых установок.	2
2	Термодинамика энергетических установок. Тепломассообмен и теплопередача.	Тепломассообмен и теплопередача.	1.Способы передачи теплоты. 2.Теплопроводность. 3.Конвективный и лучистый теплообмен. 4.Массообмен. 5.Система дифференциальных уравнений конвективного тепло- и массообмена.	2

3	Термодинамика энергетических установок. Тепломассообмен и теплопередача.	Тепломассообмен и теплопередача.	1.Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. 2.Коэффициент теплопередачи. 3.Расчет теплообменных аппаратов рекуперативного и смесительного типов.	2
4	Энергетическое топливо и теория горения органического топлива.	Энергетическое топливо.	1.Физико-химические свойства и характеристики энергетических топлив.2.Состав и теплота сгорания топлива.3. Условное топливо. Число Воббе.	2
5	Энергетическое топливо и теория горения органического топлива.	Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива.	1.Материальный баланс процесса горения органического топлива. 2.Коэффициент избытка воздуха.3.Тепловой баланс процесса горения. 4.Теоретическая и действительная температуры горения органического топлива.	2
6	Энергетическое топливо и теория горения органического топлива.	Теория горения органического топлива.	1.Топочные устройства и камеры сгорания. 2.Горение твердого и жидкого топлива. 3.Диффузия и смесеобразование. 4.Горение газообразного топлива. 5.Горелочные устройстваа.	2
7	Энергетические котельные установки.	Типы паровых и водогрейных котлов, назначение, принцип действия.	1. Типы паровых и водогрейных котлов, принцип действия. 2.Основные элементы и тракты паровых котлов. 3.Тепловые схемы котлов. Топочные устройства и особенности их работы при сжигании разных видов органического топлива.	2
8	Энергетические котельные установки.	Теплопередача в котельном агрегате.	1.Теплопередача в котельном агрегате. 2.Тепловой расчет топки и конвективных поверхностей нагрева. 3.КПД котла по прямому и обратному тепловому балансу.	2
9	Энергетические котельные установки.	Гидродинамика пароводяной части котла. Аэродинамика газового и воздушного трактов котла.	1. Гидродинамика пароводяной части котла. 2.Основы расчета естественной циркуляции. 3.Аэродинамика газового и воздушного трактов котла. Самотяга. 4.Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов.	2
10	Энергетические паротурбинные установки.	Классификация паровых турбин. Устройство паровой турбины.	1. Классификация паровых турбин. 2.Система парораспределения турбины.3. Устройство паровой турбины: рабочие лопатки, ротор, статор, подшипники, уплотнения.	2
11	Энергетические паротурбинные установки.	Тепловые схемы паротурбинных установок.	1.Тепловая схема турбоустановки типаК-200-130. 1.Тепловая схема турбоустановки типаТ-100/120-130. 3.Последовательность расчета тепловой схемы турбоустановки с двумя регулируемыми отборами пара.	2
12	Энергетические паротурбинные	Преобразование энергии в турбинной	1.Основные характеристики и параметры потоков в каналах. 2.Преобразование энергии в	2

	установки.	ступени.	турбинной ступени. 3.Относительный лопаточный КПД ступени. 4.Турбинные решетки. 4.Внутренний относительный КПД ступени.	
13	Тепловые электрические станции, показатели тепловой. экономичности ТЭС.	Принципиальные тепловые схемы ТЭС.	1.Классификация тепловых электростанций. 2.Принципиальные тепловые схемы КЭС. 3.Принципиальные тепловые схемы теплоэлектроцентралей. 4.Надежность работы оборудования ТЭС,	2
14	Тепловые электрические станции, показатели тепловой. экономичности ТЭС.	Показатели тепловой. экономичности ТЭС.	1.КПД конденсационной электро-станции.2. Основные составляющие абсолютного КПД КЭС. 3.КПД ТЭЦ. 4.Расходы пара, теплоты и топлива на КЭС и ТЭЦ. 5.Цикл Ренкина паросиловой установки в *T*, *s* и *h*, *s* - диаграммах.	2
15	Тепловые электрические станции, показатели тепловой. экономичности ТЭС.	Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев воды.	1.Параметры водяного пара. 2.Промежуточный перегрев пара. 3.Регенеративный подогрев питательной воды. 4.Схемы включения регенеративных подогревателей. 5.Расходы пара на регенеративные подогреватели.	2
16	Системы топливоподачи, технического водоснабжения и газоочистки на ТЭС.	Системы топливоподачиТЭС.	1.Топливное хозяйство пылеугольной электростанции. 1.Топливное хозяйство ТЭС на жидком топливе. 1.Топливное хозяйство ТЭС на газообразном топливе.	2
17	Системы топливоподачи, технического водоснабжения и газоочистки на ТЭС.	Техническое водоснабжение ТЭС.	1.Потребление воды на ТЭС. 2.Расход воды на конденсатор турбины. Кратность охлаждения. 3.Прямоточная система циркуляционного водоснабжения. 4.Системы оборотного водоснабжения с прудами-охладителями и с градирнями.	2
18	Системы топливоподачи, технического водоснабжения и газоочистки на ТЭС.	Очистка уходящих газов котлоагрегатов ТЭС	1.Очистка уходящих продуктов сгорания на ТЭС. 2.Золоуловители: сухие и мокрые инерционные аппараты, электрофильтры. 3.Дымовые трубы. 4.Золоудаление на ТЭС.	2
Итого за семестр				**36**
6 семестр				
19	Балансы пара и воды на ТЭС.	Балансы пара и воды на КЭС и ТЭЦ.	1.Балансы пара и воды на КЭС и ТЭЦ. 2.Классификация вод, используемых на ТЭЦ. 3. Добавочная вода и требования к ней.	2
20	Балансы пара и воды на ТЭС.	Способы восполнения потерьпара и воды.	1. Химическая подготовка добавочной воды. 2.Подготовка добавочной воды с использованием испарительные установок. 3.Испарительные установки и схемы их включения.4.Подготовка добавочной воды методом обратного осмоса.	2

21	Балансы пара и воды на ТЭС.	Отпуск теплоты от ТЭЦ.	1.Схемы отпуска технологического пара от ТЭЦ. 2.Отпуск пара от турбин с противодавлением и турбин типа ПТ. 3. Схемы отпуска технологического пара с использованием паропреобразовательной установки.	2
22	Тепловые схемы ТЭС. Режимы работы оборудования ТЭС.	Энергетическая характеристика конденсационной турбоустановки.	1.Режимы работы оборудования ТЭС. 2.Энергетическая характеристика конденсационной турбоустановки. 3.Зависимость КПД конденсационной турбоустановки от нагрузки.	2
23	Тепловые схемы ТЭС. Режимы работы оборудования ТЭС.	Энергетические характеристики теплофикационных турбоустановок.	1.Энергетические характеристики теплофикационных турбоустановок. 2.Турбоустановка с одним регулируемым отбором пара. 3. Турбоустановка с двумя регулируемыми отборами пара.	2
24	Тепловые схемы ТЭС. Режимы работы оборудования ТЭС.	Практическое применение диаграммы режимов турбоустановок.	1. Практическое применение диаграммы режимов турбоустановки с одним регулируемым отбором пара. 2.Практическое применение диаграммы режимов турбоустановки с двумя регулируемым отбором пара	2
25	Возобновляемые источники энергиии энергоустановки и на их основе.	Возобновляемые источники энергии.	1.Источники возобновляемых видов энергии и их особенности. 2.География энергоресурсов. 3.Основные понятия и определения в практике исследования и использования возобновляемых видов энергии.	2
26	Возобновляемые источники энергиии энергоустановки и на их основе.	Возобновляемые источники энергии (продолжение)	1.Параметры возобновляемых источников энергии и методы их измерения. 2.Основные категории потенциалов ВИЭ и методы их расчета. 3.Современное состояние и перспективы использования возобновляемых видов энергии.	2
27	Возобновляемые источники энергиии энергоустановки и на их основе.	Энергоустановки для использования возобновляемых видов энергии.	1.Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе мира и России. 2.Технические особенности использования ВИЭ в системах энергоснабжения. 3.Солнечные и ветровые электростанции.	2
Итого за семестр				**18**
Итого				**54**

Содержание самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
5 семестр			
Энергетические котельные установки.	Проработка текущего материала по рекомендуемой	1.Методы снижения уровня образования оксидов азота в зоне горения. 2.Причины загрязнения пара и методы борьбы с	10

	литературе, подготовка к зачетам и экзамену.	ними. 3.Отложения солей по тракту котельного агрегата и их удаление.	
Энергетические паротурбинные установки.	Проработка текущего материала по рекомендуемой литературе, подготовка к зачетам и экзамену.	1.Типы, конструкции и параметры паротурбинных установок, их влияние на экономичность ТЭС. 2.Работа ступеней турбины. 3.Переменный режим работы турбоустановок.	8
Энергетические паротурбинные установки.	Проработка текущего материала по рекомендуемой литературе, подготовка к зачетам и экзамену.	1.Пуск турбин из различных состояний. 2.Работа турбин на влажном паре, влияние влажности на характеристики турбинной ступени. 3.Сепарация влаги в проточной части турбин. 4.Конденсационные установки паровых турбин.	10
Разделы 1–6		Подготовка к зачету	8
Итого за семестр			**36**
6 семестр			
Тепловые схемы ТЭС.Режимы работы оборудования ТЭС.	Проработка текущего материала по рекомендуемой литературе, подготовка к зачетам и экзамену.	1.Трубопроводы ТЭС. 2.Арматура, защитные устройства и тепловая изоляция трубопроводов. 3.Опоры, подвески, компенсаторы, окраска трубопроводов. 4.Дренирование трубопроводов.	46
Разделы 9–6	Проработка текущего материала по рекомендуемой литературе.	Подготовка к зачету	8
Разделы 1–9	Проработка текущего материала по рекомендуемой литературе.	Подготовка к кандидатскому экзамену	36
Итого за семестр			**90**
Итого			**126**

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Энергетические системы и комплексы» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционные занятия);

б) самостоятельная работа аспирантов;

в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

г) зачет 5 семестр, зачет 6 семестр, кандидатский экзамен.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

– самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;

– поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Перечень оценочных средств текущего контроля

Текущий контроль успеваемости аспирантов по дисциплине ведется в ходе аудиторных занятий по результатам выполнения заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется в форме зачета и кандидатского экзамена по специальности в период промежуточной аттестации по результатам семестра.

Оценочные средства включают в себя вопросы к зачету, кандидатскому экзамену.

5 семестр

Вопросы к зачету

1. Первый и второй законы термодинамики.
2. Циклы паросиловых, газотурбинных и парогазовых установок.
3. Система дифференциальных уравнений конвективного тепло- и массообмена.
4. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. Коэффициент теплопередачи.
5. Расчет теплообменных аппаратов рекуперативного и смесительного типов.
6. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с турбиной с противодавлением и с регулируемым отбором.
7. КПД нетто и брутто конденсационной электростанции.
8. Цикл Ренкина паросиловой установки в T,s и h,s – диаграммах.
9. Основные составляющие абсолютного КПД конденсационной электростанции.
10. Расходы пара, теплоты и топлива на КЭС.
11. Процесс работы пара в конденсационной турбине в *h*-s диаграмме.
12. Расходы теплоты на ТЭЦ. КПД ТЭЦ.
13. Расход пара на теплофикационную турбину.
14. Процесс работы пара в теплофикационной турбине с регулируемым отбором.
15. Тепловая экономичность и расход топлива на ТЭЦ.
16. Состав и теплота сгорания топлива. Условное топливо. Число Воббе.
17. Влияние начальных параметров пара (p_0 ,t_0) на тепловую экономичность конденсационной турбоустановки.
18. Тепловые схемы котлов. Топочные устройства и особенности их работы при сжигании разных видов органического топлива.
19. Влияние конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС.
20. Промежуточный перегрев пара. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара.
21. Гидродинамика пароводяной части котла. Основы расчета естественной циркуляции.
22. Энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды.
23. Аэродинамика газового и воздушного трактов котла. Самотяга. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов.
24. Расходы пара на регенеративные подогреватели смешивающего и поверхностного типа.
25. Оптимальные параметры регенеративного подогрева питательной воды на КЭС и ТЭЦ.
26. Классификация паровых турбин. Система парораспределения турбины. Устройство паровой турбины.
27. Тепловые схемы турбоустановок типаК-200-13, Т-100/120-130.
28. Балансы пара и воды на КЭС и ТЭЦ.
29. Химическая подготовка добавочной воды. Общие сведения.
30. Термическая подготовка добавочной воды. Схема одноступенчатой испарительной установки.
31. Подготовка добавочной воды методом обратного осмоса.
32. Потребители технологического пара и горячей воды.
33. Схемы включения паропреобразовательных установок.
34. Восполнение потерь пара и конденсата на ТЭС.

35. Отпуск теплоты на отопление, вентиляцию и бытовые нужды.
36. Покрытие отопительной нагрузки от ТЭЦ. Коэффициент теплофикации.
37. Схемы подогрева сетевой воды на ТЭС.
38. Последовательность расчета тепловой схемы турбоустановки с двумя регулируемыми отборами пара.
39. Энергетическая характеристика теплофикационной турбоустановки с одним регулируемым отбором.
40. Энергетическая характеристика теплофикационной турбоустановки с двумя регулируемыми отборами.
41. Принципиальная схема топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе.
42. Оборудование топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе. Склады топлива.
43. Общая характеристика и схема мазутного хозяйства ТЭС. Оборудование мазутного хозяйства.
44. Схема и оборудование газового хозяйства ТЭС.
45. Отвод уходящих газов котельных установок. Дымососы.
46. Дымовые трубы тепловых электростанций. Назначение, устройство.
47. Очистка уходящих продуктов сгорания на ТЭС. Золоулавители.
48. Золоудаление на ТЭС. Гидрозолоудаление на пылеугольной ТЭС.

6 семестр

Вопросы к зачету

1. Принципиальная тепловая схема (ПТС) конденсационной электростанции.
2. Назначение ПТС, основные положения по составлению ПТС КЭС.
3. Принципиальная тепловая схема ТЭЦ.
4. Назначение и методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.
5. Полная (развернутая) тепловая схема ТЭС.
6. Назначение и содержание развернутой тепловой схемы ТЭС.
7. Схемы главных паропроводов КЭС.
8. Схемы главных паропроводов ТЭЦ.
9. Арматура, защитные устройства и тепловая изоляция трубопроводов.
10. Опоры, подвески, компенсаторы, окраска трубопроводов.
11. Дренирование трубопроводов.
12. Состав главного корпуса. Основные требования к его компоновке.
13. Типы компоновок главного корпуса ТЭС.
14. Строительная часть главного корпуса ТЭС.
15. Компоновка оборудования в помещении парогенераторов.
16. Компоновка оборудования в турбинном отделении.
17. Выбор основного оборудования ТЭС.
18. Вспомогательное тепловое оборудование турбинной установки.
19. Вспомогательное оборудование котельной установки.
20. Требования к площадке для строительства ТЭС.
21. Оценка использования территории ТЭС.
22. Требования к генплану ТЭС и их реализация.
23. Генеральный план электростанции.
24. Потребление воды на ТЭС. Источники и системы водоснабжения.
25. Расход воды на конденсатор турбины. Кратность охлаждения.
26. Классификация систем водоснабжения.
27. Системы оборотного водоснабжения с градирнями.
28. Основные понятия о ядерной энергетике.
29. Этапы развития ядерной энергетики.
30. Цепная реакция деления ядер тяжелых элементов.
31. Схема ядерного реактора на тепловых нейтронах.
32. Одноконтурная и двухконтурная схемы АЭС. Трехконтурная схема АЭС.
33. Принципиальная схема энергоблока с реактором РБМК-1000.
34. Водо-водяной реактор ВВЭР-1000.
35. Реакторы – размножители на быстрых нейтронах.
36. Радиационная безопасность атомной станции.
47. Удаление и захоронение радиоактивных отходов.

48. Перспективы развития ядерной энергетики в РФ и за рубежом.

Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Первый и второй законы термодинамики.
2. Циклы паросиловых, газотурбинных и парогазовых установок.
3. Система дифференциальных уравнений конвективного тепло- и массообмена.
4. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. Коэффициент теплопередачи.
5. Расчет теплообменных аппаратов рекуперативного и смесительного типов.
6. Состав и теплота сгорания органического топлива. Условное топливо. Число Воббе.
7. Энергетические котлоагрегаты. Тепловые схемы котлов.
8. Топочные устройства и особенности их работы при сжигании разных видов органического топлива.
9. Гидродинамика пароводяной части котла. Основы расчета естественной циркуляции.
10. Аэродинамика газового и воздушного трактов котла. Самотяга. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов.
11. Классификация паровых турбин. Устройство и принцип работы паровой турбины.
12. Система парораспределения турбины. Преобразование энергии турбинной ступени.
13. Тепловые схемы турбоустановок типа К-200-13, Т-100/120-130.
14. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с турбиной с противодавлением и с регулируемыми отборами.
15. КПД нетто и брутто конденсационной электростанции.
16. Цикл Ренкина паросиловой установки в T,s и h,s – диаграммах.
17. Основные составляющие абсолютного КПД конденсационной электростанции.
18. Расходы пара, теплоты и топлива на КЭС.
19. Построение процессарасширения пара в конденсационной турбине в h,s – диаграмме.
20. Расходы теплоты на ТЭЦ. КПД ТЭЦ.
21. Расход пара на теплофикационную турбину.
22. Построение процессарасширения пара в теплофикационной турбине с регулируемым отбором пара.
23. Тепловая экономичность и расход топлива на ТЭЦ.
24. Влияние начальных и конечных параметров пара (p_0 ,t_0) на тепловую экономичность конденсационной турбоустановки.
25. Промежуточный перегрев пара на ТЭС. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара.
26. Энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды.
27. Расходы пара на регенеративные подогреватели смешивающего и поверхностного типа.
28. Оптимальные параметры регенеративного подогрева питательной воды на КЭС и ТЭЦ.
29. Балансы пара и воды на КЭС и ТЭЦ.
30. Химическая подготовка добавочной воды цикла ТЭС. Общие сведения.
31. Термическая подготовка добавочной воды цикла ТЭС. Схема одноступенчатой испарительной установки.
32. Подготовка добавочной воды цикла ТЭСметодом обратного осмоса.
33. Потребители технологического пара и горячей воды.
34. Отпуск (расходы) теплоты на отопление, вентиляцию и бытовые нужды.
35. Покрытие отопительной нагрузки от ТЭЦ. Коэффициент теплофикации.
36. Схемы подогрева сетевой воды на ТЭС.
37. Энергетическая характеристика теплофикационной турбоустановки с одним регулируемым отбором.
38. Энергетическая характеристика теплофикационной турбоустановки с двумя регулируемыми отборами.
39. Оборудование топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе. Склады топлива.
40. Общая характеристика и схема мазутного хозяйства ТЭС. Оборудование мазутного хозяйства.
41. Схема и оборудование газового хозяйства ТЭС. Газорегуляторный пункт.
42. Схемы главных паропроводов КЭС и ТЭЦ.
43. Арматура, защитные устройства и тепловая изоляция трубопроводов.
44. Типы компоновок главного корпуса ТЭС.
45. Строительная часть главного корпуса ТЭС.

46. Компоновка оборудования ТЭС в котельном и турбинном отделениях.
47. Вспомогательное тепловое оборудование турбинной установки.
48. Вспомогательное оборудование котельной установки ТЭС.
49. Генеральный план тепловой электростанции.
50. Потребление воды на ТЭС. Источники и системы водоснабжения.
51. Расход циркуляционной воды на конденсатор турбины. Кратность охлаждения.
52. Системы оборотного водоснабжения ТЭС с градирнями.
53. Схема ядерного реактора на тепловых нейтронах.
54. Принципиальная схема энергоблока с реактором РБМК-1000.
55. Водо-водяной реактор ВВЭР-1000.
56. Радиационная безопасность атомной станции.Удаление и захоронение радиоактивных отходов.
57. Современное состояние и перспективы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
58. Технические особенности использования ВИЭ в системах энергоснабжения. Солнечные и ветровые электростанции.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Перечень учебно-методического обеспечения

Таблица 6

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ
1.	Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Текст]: учеб. пособие. для вузов / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2015. 325 с. (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: (ISBN 978-5-16-004731-7, ISBN 978-5-16-102017-3). Электронный каталог «ИНФРА-М» (http://www.infra-m.ru/live/news.asp?id=1032549&date=24.02.2015)	Электронный каталог
2.	Кудинов А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: монография / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. - М.: Машиностроение, 2011. 374 с. (ISBN 978-5-94275-558-4).	Фонд НТБ СамГТУ
3.	Кудинов А.А. Гидрогазодинамика[Текст]: Учебное пособие для вузов / А.А. Кудинов. М.: ИНФРА–М, 2011. 338 с. - Библиогр.: (ISBN 978-5-16-004730-0).	Фонд НТБ СамГТУ
4.	Кудинов А.А. Горение органического топлива [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2015. 390 с. (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: (ISBN 978-5-16-009439-7, ISBN 978-5-16-100545-3). Электронный каталог «ИНФРА-М» (http://www.infra-m.ru/live/news.asp?id=1032549&date=24.02.2015)	Электронный каталог
5.	Рогалев Н.Д., Дудолин А.А., Олейникова Е.Н. Тепловые электрические станции: учеб. пособие. М.: Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2022. 768 с.	Фонд НТБ МЭИ
6.	Кудинов А.А. Тепломассообмен [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. 375 с. (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: (ISBN 978-5-16-004729-4). Электронный каталог «ИНФРА-М» (http://www.infra-m.ru/live/news.asp?id=1032549&date=24.02.2015)	Электронный каталог
7.	Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика. Учеб пособ для втузов. М.: Высш. шк. 2000, 261 с.	Фонд НТБ СамГТУ

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Доступ аспирантов к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

Доступ к информационным интернет-ресурсам открытого типа осуществляется с любого компьютера, имеющего выход в Интернет.

Таблица7

№ п/п	Адрес сайта	Тип дополнительного информационного ресурса
1.	Электронная библиотека диссертаций РГБ (Просмотр полных текстов диссертаций возможен только с компьютеров, установленных в научно-библиографическом отделе НТБ СамГТУ).	Российские базы данных ограниченного доступа
2.	ВИНИТИ.	Российские базы данных ограниченного доступа
3.	РОСПАТЕНТ.	Российские базы данных ограниченного доступа
4.	ELIBRARY.RU (НЭБ - Научная электронная библиотека).	Российские базы данных ограниченного доступа
5.	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
6.	Scopus - база данных рефератов и цитирования.	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
7	Сайт производственно-технического журнала: «Электрические станции» el.stantsii@gmail.com	Российские базы данных открытого доступа
8	Журнал: «Промышленная энергетика» www.peipk.spb.ru	Российские базы данных ограниченного доступа
9	Журнал: «Энергетик» www.aura-e.ru.	Российские базы данных ограниченного доступа

Перечень программного обеспечения

Таблица8

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1.	Microsoft Windows 7 Professional операционная система	Microsoft	Лицензия
2.	Microsoft Office 2010 Open License Academic	Microsoft	Лицензия
3.	Пакет программ для вычисления теплофизических свойств воды и водяного пара «WaterSteamPro» (www.wsp.ru).	МЭИ, РФ	Свободный

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия: аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Самостоятельная работа: помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 34, 35, Главный корпус библиотеки).