



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

Ахметова И.Г.
28.10.2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В. 03. Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВО)

Направление
подготовки

13.06.01– ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА

(указывается код и наименование)

Направленность
подготовки

05.14.14 Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты

Квалификация (степень)
выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» является освоение возможности совершенствования действующих и освоение новых технологий производства электрической энергии и теплоты.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Ознакомление с методологией теоретических и экспериментальных исследований в области производства электрической и тепловой энергии.
2. Формирование умений научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.
3. Получение практических навыков разработки научных основ методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом.

В результате изучения дисциплины «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	З1(ОПК-1) Знать: методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности У1 (ОПК-1) Уметь: использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности В1 (ОПК-1) Владеть: методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	З1(ОПК-2) Знать: культуру научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий У1 (ОПК-2) Уметь: применять культуру научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий В1 (ОПК-2) Владеть: культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	З1(ОПК-3) Знать: новые методы исследования и способы их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности У1 (ОПК-3) Уметь: разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности В1 (ОПК-3) Владеть: способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

<p>ОПК-4 готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности</p>	<p>З1(ОПК-4) Знать: как организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности У1 (ОПК-4) Уметь: организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности В1 (ОПК-4) Владеть: способностью организации работы исследовательского коллектива в профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-1 способность к разработке научных основ методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом</p>	<p>З1(ПК-1) Знать: научные основы методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом У1 (ПК-1) Уметь: разрабатывать научные основы методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом В1 (ПК-1) Владеть: способностью к разработке научных основ методов расчета, выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы агрегатов, систем и тепловых электростанций в целом</p>
<p>ПК-2 готовность к проведению исследований и математическому моделированию процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций</p>	<p>З1(ПК-2) Знать: способы проведения исследований и математического моделирования процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций У1 (ПК-2) Уметь: проводить исследования и математическое моделирование процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций В1 (ПК-2) Владеть: готовностью к проведению исследований и математическому моделированию процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций</p>
<p>ПК-3 способность к разработке, исследованию, совершенствованию действующих и освоению новых технологий производства электрической энергии и тепла, использованию топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду</p>	<p>З1(ПК-3) Знать: способы совершенствования действующих и освоение новых технологий производства электрической энергии и тепла, использования топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду У1 (ПК-3) Уметь: совершенствовать действующие и освоить новые технологии производства электрической энергии и тепла, использования топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду В1 (ПК-3) Владеть: способностью к разработке, исследованию, совершенствованию действующих и освоению новых технологий производства электрической энергии и тепла, использованию топлива, водных и химических режимов, способов снижения влияния работы тепловых электростанций на окружающую среду</p>
<p>ПК-4 готовность к разработке вопросов эксплуатации систем и оборудования тепловых электростанций</p>	<p>З1(ПК-4) Знать: способы разработки вопросов эксплуатации систем и оборудования тепловых электростанций У1 (ПК-4) Уметь: разрабатывать вопросы эксплуатации систем и оборудования тепловых электростанций В1 (ПК-4) Владеть: готовностью к разработке вопросов эксплуатации систем и оборудования тепловых электростанций</p>

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» относится к вариативной части учебного плана, преподается в 7-ом и 8-ом семестрах.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа. Контактные часы – 36 часов (из них лекций 18 час., практических занятий – 18 час.). Самостоятельная работа – 108 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 3,5 часа.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180		108	72
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	36		27	9
Лекции (Лк)	18		18	
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18		9	9
Лабораторные работы (ЛР)				
и(или) другие виды аудиторных занятий				
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	108		81	27
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат				
и (или) другие виды самостоятельной работы	108		81	
Контроль				36
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3,Эк		3	Эк

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры	
			9	10
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180		108	72
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	16		11	5

Лекции (Лк)	6		6	
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	10		5	5
Лабораторные работы (ЛР)				
и(или) другие виды аудиторных занятий				
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	151		93	58
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат				
и (или) другие виды самостоятельной работы	151		93	58
Контроль	13		4	9
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3, Э		3	Э

3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	1. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы	3	7	2			1	Устный опрос.
2	2.Химические и термические методы подготовки на ТЭС	19	7	2	2		15	Устный опрос. Доклад.
3	3. Котельные установки	19	7	2	2		15	Устный опрос. Презентация.
4	4. Паротурбинные установки электростанций	19	7	2	2		15	Доклад. Презентация.
5	5. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций	21	7,8	2	4		15	Доклад. Презентация.
6	6.Теплофикация и ее энергетическая эффективность	21	7,8	2	4		15	Устный опрос. Доклад. Презентация.
7	7. Газотурбинные и парога-	19	7,8	2	2		15	Устный опрос. Доклад.

	зовые ТЭС							Презентация.
8	8. Режимы работы оборудования ТЭС	19	7	2	2		15	
9	9. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы	2	7	1			1	
10	10. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС	2	7	1			1	
11	Промежуточная аттестация	36	8					Экзамен
	Итого:	180		18	18		108	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы

Энергетические ресурсы. Графики электрических и тепловых нагрузок. Основные технико-экономические показатели. Капитальные и эксплуатационные расходы. Перспективы развития теплоэнергетики.

2. Химические и термические методы подготовки на ТЭС

Химическое обессоливание. Схемы и области применения. Физико-химические основы процесса ионного-обмена. Коррозия оборудования и методы коррозионной защиты. Очистка сточных вод. Растворимость газов и термическая деаэрация. Водный режим испарителей.

3. Котельные установки

Типы и классификация котлов. Классификация топочных устройств. Схемы тепловой и аэродинамической организации сжигания топлива. Теплообмен в топке и конвективных поверхностях нагрева. Способы получения чистого пара. Работа котла на переходных режимах. Экономичность работы котла. Отложение солей по тракту котельного агрегата и их удаление.

4. Паротурбинные установки электростанций

Параметры паротурбинных установок, их влияние на экономичность. Работа ступеней турбины. Переменный режим работы турбоустановок. Пуск турбин из различных состояний. Работа турбин на влажном паре, влияние влажности на характеристики турбинной ступени. Сепарация влаги в проточной части турбин. Автоматизация работы паровой турбины.

5. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций

Методы расчета тепловых схем и исследование их эффективности. Развернутые тепловые схемы электростанций, выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Выбор оптимального распределения регенеративного подогрева воды на КЭС и ТЭЦ. Трубопроводы ТЭС и их классификация. Прочностные расчеты трубопроводов. Температурные напряжения в трубопроводах.

6. Теплофикация и ее энергетическая эффективность

Экономические основы теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии и теплоэнергии. Схемы отпуска технологического пара и схемы теплоснабжения. Режимы и методы регулирования централизованного теплоснабжения при однородной и разнородной тепловой нагрузке. Коэффициент теплофикации. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

7. Газотурбинные и парогазовые ТЭС

Типы ГТУ и ПГУ. Принципиальные тепловые схемы ГТУ и ПГУ. Схемы, конструктивные характеристики и режимы работы компрессоров, котлов-утилизаторов и паротурбинных установок в составе парогазовых ТЭС. Регулирование нагрузки ПГУ.

8. Режимы работы оборудования ТЭС

Энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов. Совместная работа ТЭС, ГЭС, АЭС в энергосистемах. Пусковые схемы блоков из различных тепловых состояний. Расход топлива на пуск блоков. Перевод турбоагрегатов в моторный режим и другие методы покрытия переменной части графиков нагрузки энергосистемы.

9. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы

Требования к компоновкам. Методика технико-экономического сравнения компоновок. Выбор места сооружения и компоновка генплана ТЭС.

10. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС

Воздействие ТЭС на окружающую среду. Дымовые трубы и рассеивание вредностей в атмосферу. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду. Технологические схемы с высокими экологическими показателями.

3.4. Практические (семинарские) занятия

для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Расчет испарительной установки	7	2	2
2	Расчет поверхностей нагрева котельного агрегата	7	3	2
3	Расчет турбинной ступени	7	4	2
4	Расчет ПТС турбоустановки	7,8	5	4
5	Расчет теплофикационных установок в схеме турбоустановки	7,8	6	4
6	Расчет ГТУ	7,8	7	2
7	Диаграмма режимов теплофикационных турбин	8	8	2
	Итого			18

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ разд	Разделы дисциплины	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	Количество компетенций
1	Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы	З,У								1
2	Химические и термические методы подготовки на ТЭС					З		З, В		2
3	Котельные установки					З, У	З, В			2
4	Паротурбинные установки электростанций							З, В		1
5	Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций					У, В		З, В	З,У	3
6	Теплофикация и ее энергетическая эффективность						З, В			1
7	Газотурбинные и парогазовые ТЭС							З, В		1
8	Режимы работы оборудования ТЭС							З, В	З,В	2
9	Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы			З,В						1
10	Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС		У,В		З,У					2

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Объем академических часов
1	2	3	4	5
1	Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы	7	1	1
2	Химические и термические методы подготовки на ТЭС	7	2	15
3	Котельные установки	7	3	15
4	Паротурбинные установки электростанций	7	4	15
5	Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций	7,8	5	15
6	Теплофикация и ее энергетическая эффективность	7,8	6	15
7	Газотурбинные и парогазовые ТЭС	7,8	7	15
8	Режимы работы оборудования ТЭС	7	8	15
9	Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы	7	9	1
10	Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС	7	10	1
Итого:				108

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	1. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы	ОПК-1-3,У	Лекция-визуализация	Устный опрос.
2	2.Химические и термические методы подготовки на ТЭС	ПК-1-3 ПК-3- 3, В	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос. Доклад.
3	3. Котельные установки	ПК-1- 3, У ПК-2- 3, В	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос. Презентация.
4	4. Паротурбинные установки электростанций	ПК-2- 3, В	Лекция-визуализация	Доклад. Презентация.
5	5. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения эконо-	ПК- 1-У, В ПК-3- 3, В ПК-4- 3,У	Лекция-визуализация	Доклад. Презентация.

	мичности паротурбинных электростанций			
6	6.Теплофикация и ее энергетическая эффективность	ПК-2- 3, В	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос. Доклад. Презентация.
7	7. Газотурбинные и парогазовые ТЭС	ПК-3- 3, В	Лекция-визуализация	Устный опрос. Доклад. Презентация.
8	8. Режимы работы оборудования ТЭС	ПК-3- 3, В	Лекция-визуализация	Устный опрос.
9	9. Компонировка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы	ОПК-3-3, В	Лекция-визуализация	Устный опрос.
10	10. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС	ОПК-2-У, В ОПК-4- 3,У	Лекция-визуализация	Устный опрос.

Используются материалы дистанционного курса «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» на образовательной площадке LMS MOODLE. Ссылка на курс в Moodle <http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=4002> и электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса, доклада, презентации. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты») является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой и экзамена, проводимых с учетом результатов текущего контроля в 7-ом и 8-ом семестрах.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Комплект билетов для проведения экзамена и зачета.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Назовите суммарную установленную мощность электростанций мира. Какой процент данной мощности вырабатывается на ТЭС, ГЭС и АЭС?
2. Основные виды энергетических ресурсов. Назовите типы электрических станций, работающих на этих видах ресурсов. В каких регионах мира они построены?
3. Как оцениваются ресурсы органического топлива нашей планеты в настоящее время?
4. Каковы объемы мировой добычи угля? Распределение разведанных запасов угля по странам мира. Основные месторождения ископаемого твердого топлива РФ.
5. Каковы мировые запасы газа? Их распределение по регионам мира.
6. Запасы природного газа в России. Назовите месторождения газа.
7. Содержание природного газа и попутного газа.
8. Назовите и поясните технические характеристики газа.
9. Назовите и поясните технические характеристики мазута.
10. Состав твердого топлива и его характеристики.
11. Графики электрической нагрузки. Суточная и годовая выработка электрической энергии. Коэффициенты использования максимальной нагрузки. Число часов использования максимальной и установленной мощности электростанции.
12. Что понимается под номинальной мощностью турбогенератора и установленной мощностью электростанции?
13. Тепловое потребление. Число часов использования максимума тепловой нагрузки.
14. Принципиальная тепловая схема (ПТС) котельной с паровыми котлами.
15. Принципиальная тепловая схема (ПТС) котельной с водогрейными котлами для закрытых систем теплоснабжения.
16. Принципиальная тепловая схема (ПТС) котельной с водогрейными котлами для открытых систем теплоснабжения.
17. Принципиальная тепловая схема (ПТС) котельной с паровыми и водогрейными котлами.
18. Котельная с комбинированными пароводогрейными агрегатами.
19. Принципиальная технологическая схема паротурбинной электростанции.
20. Технологическая структура электростанций.
21. Факторы, определяющие тип тепловой электрической станции (ТЭС).

22. Баланс тепла и коэффициенты полезного действия конденсационной электростанции.
23. Коэффициенты полезного действия отдельных установок конденсационной электростанции.
24. Коэффициенты полезного действия конденсационной турбоустановки, работающей по циклу Ренкина.
25. Коэффициент полезного действия конденсационной электростанции с учетом всех к.п.д. отдельных установок электростанции и турбоустановки в целом.
26. Расход пара на конденсационную электростанцию без промежуточного перегрева пара.
27. Расход тепла на конденсационную электростанцию без промежуточного перегрева пара.
28. Расход топлива на конденсационную электростанцию без промежуточного перегрева пара.
29. Расход пара на конденсационную электростанцию с промежуточным перегревом пара (ПТС простейшей конденсационной электростанции с промперегревом пара, процессы работы пара в конденсационной турбине с промперегревом пара и без него в i,s – диаграмме).
30. Расход тепла на конденсационную электростанцию с промежуточным перегревом пара (ПТС простейшей конденсационной электростанции с промперегревом пара, процессы работы пара в конденсационной турбине с промперегревом пара и без него в i,s – диаграмме).
31. Как меняется расход топлива на КЭС с промперегревом пара в отличие от КЭС без промперегрева пара.
32. Какие основные теплофикационные турбины устанавливают на ТЭЦ?
33. Простейшие тепловые схемы теплофикационных турбоустановок.
34. Тепловая схема турбоустановки с противодавлением.
35. Расход тепла на турбоустановку с противодавлением.
36. Расход пара на турбоустановку с противодавлением.
37. Процессы работы пара в теплофикационной турбине с противодавлением.
38. Тепловая схема турбоустановки с конденсацией и регулируемым отбором пара.
39. Расход пара на турбоустановку с конденсацией и регулируемым отбором пара.
40. Расход тепла на турбоустановку с конденсацией и регулируемым отбором пара.
41. Коэффициенты полезного действия ТЭЦ.
42. Расход топлива на ТЭЦ.
43. Что понимают под начальными параметрами пара? Каковы значения начальных параметров пара современных турбоустановок?
44. Каким образом повышение начальной температуры пара оказывает влияние на энергетическую эффективность турбины и турбоустановки в целом?

45. Какими факторами ограничивается повышение начальной температуры пара?
46. Каким образом повышение начального давления пара оказывает влияние на энергетическую эффективность турбины и турбоустановки в целом?
47. Сопряженные начальные параметры пара (процесс работы пара с сопряженными начальными параметрами в I,s – диаграмме).
48. Промежуточный перегрев пара на КЭС (ПТС турбоустановки с промперегревом пара, цикл с промперегревом пара в $T-S$ – диаграмме, процесс работы пара в турбине с промперегревом пара в I,s – диаграмме). Назначение промежуточного перегрева пара.
49. Промежуточный перегрев пара на ТЭЦ.
50. Что понимают под конечными параметрами пара? Влияние конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС.
51. Какие способы промежуточного перегрева пара существуют в энергетике? Их достоинства и недостатки. Применение этих способов промперегрева на электростанциях.
52. Что такое регенерация?
53. Тепловая схема турбоустановки с регенеративным подогревом питательной воды и цикла Ренкина в $T-S$ – диаграмме.
54. Термический к.п.д. турбоустановки с регенеративным подогревом основного конденсата и питательной воды.
55. Расход пара на турбину с регенеративными отборами пара для подогрева питательной воды.
56. Типы регенеративных подогревателей.
57. Схема регенеративного подогрева воды в смешивающих подогревателях.
58. Схема турбоустановки с регенеративными подогревателями поверхностного типа.
59. Схемы включения регенеративных подогревателей в тепловую схему турбоустановки.
60. Определение расходов пара из отборов турбины на регенеративные подогреватели.
61. Оптимальное распределение регенеративного подогрева питательной воды на КЭС.
62. Особенности распределения регенеративного подогрева воды и отборов в турбине с промежуточным перегревом пара.
63. Охладители пара отборов и их влияние на распределение регенеративного подогрева воды.
64. Схема включения выносных пароохладителей в турбоустановках с регенеративным подогревом воды и промежуточным перегревом пара.
65. Распределение регенеративного подогрева воды на теплофикационных турбоустановках.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Потери рабочего тела на ТЭС.
2. Какую воду называют добавочной водой? Баланс пара и воды на ТЭС.
3. Методы подготовки добавочной воды.
4. Химический метод подготовки добавочной воды.
5. Термический метод подготовки добавочной воды.
6. Назначение и принцип действия испарителей.
7. Схемы включения одноступенчатой испарительной установки.
8. Расчет испарительной установки.
9. Назначение и принцип действия расширителей продувки.
10. Схема включения расширителей продувки.
11. Способы отпуска пара внешним потребителям.
12. Отпуск пара внешним потребителям из отборов и противодействия турбин.
13. Отпуск пара внешним потребителям из котла через РОУ.
14. Отпуск пара внешним потребителям из отбора турбины через паропреобразователи.
15. Назначение и принцип действия паропреобразователей.
16. Однотрубная система пароснабжения от ТЭЦ.
17. Двухтрубная система пароснабжения от ТЭЦ.
18. Схема РОУ (редукционно-охладительной установки).
19. Отпуск тепла на отопление и горячее водоснабжение от ТЭЦ.
20. Схема двухступенчатой подогревательной установки.
21. Схема трехступенчатого подогрева сетевой воды.
22. Открытая и закрытая системы теплоснабжения.
23. Коэффициент теплофикации.
24. Назначение деаэрационных установок.
25. Закон Генри-Дальтона при деаэрации газов в деаэраторах.
26. Классификация деаэраторов.
27. Деление деаэраторов по рабочему давлению.
28. Деление деаэраторов по способу подвода греющего пара.
29. Деление деаэраторов по способу дробления потока воды.
30. Конструкции деаэраторов.
31. Схема включения деаэрационной установки.
32. Схемы подсоединения деаэрационной установки к отборам турбин.
33. Схемы включения питательных насосов.
34. Электропривод питательного насоса.
35. Турбопривод основного питательного насоса (ПН) и электропривод бу-
стерного насоса (БН)
36. Схемы включения приводных турбин питательной установки.
37. Расход пара на приводную турбину ПН
38. Процесс расширения пара главной и приводной турбины.
39. Системы технического водоснабжения.
40. Прямоточная система технического водоснабжения.
41. Обратная система технического водоснабжения.

42. Тепловой баланс конденсатора.
43. Кратность охлаждения конденсатора.
44. Зависимость температуры насыщения в конденсаторе от температуры охлаждающей воды.
45. Конструкция градирен.
46. Топливное хозяйство станции на твердом топливе.
47. Схема дробильной установки для ТЭС на твердом топливе.
48. Схема пылеприготовления с промежуточным пылевым бункером.
49. Схема гидрозолошлакоудаления.
50. Газовое хозяйство станции.
51. Мазутное хозяйство станции.
52. Выбор основного оборудования станции.
53. Выбор конденсатных насосов, конденсатора.
54. Выбор циркуляционных насосов.
55. Выбор питательных насосов.
56. Выбор деаэратора.
57. Выбор ПВД и ПНД.
58. Выбор ДС и ДВ.
59. Выбор типа дымовой трубы и высоты.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале при сдаче зачета с оценкой и сдаче экзамена.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках зачета с оценкой и экзамена считается, что полученная оценка за компонент проверяемый в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные

	действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов/ Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 4-е изд., - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 464 с.
2. Буров, В.Д., Тепловые электрические станции: учебник для вузов/ В.Д.Буров[и др.]; под ред.В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. –3-е изд., стер.– М.: Издательский дом МЭИ, 2009.– 466 с.

Дополнительная литература

3. Низамова, А.Ш. Технология централизованного производства электрической энергии и теплоты : учебное пособие. Часть 1 / А. Ш. Низамова; под ред. Н.Г. Шагиева. – 2-е изд., переработанное – Казань: Каз. гос. энерг. ун-т, 2017. – 145с.
4. Низамова, А.Ш. Технология централизованного производства электрической энергии и теплоты. учебное пособие. Часть II / А. Ш. Низамова; – Казань: Каз. гос. энерг. ун-т, 2010. – 120с.
5. Грибков, А.М. Основы проектирования и эксплуатации тепловых электростанций: учебное пособие/ А.М. Грибков, Е.И. Гаврилов, В.М. Полтавец.– Казань: КГЭУ, 2004. – 142 с.
6. Технология централизованного производства электрической энергии и теплоты. Метод.Указания к выполнению расчетно-графической работы /сост. Р.В. Бускин.– Казань: КГЭУ, 1010.– 39 с.

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. iprbookshop.ru.
2. knigafund.ru.
3. ibooks.ru.
4. znanium.com.
5. e.lanbook.com.
6. library.bsu.ru/menu-electronic.

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для расчета параметров интерфейсов Multisim, MatLab, LabVIEW и Trace Mode.

6.5. Интернет-ресурсы

1. [http:// otherreferats.allbest.ru](http://otherreferats.allbest.ru). 2. www.kgeu.ru. 3. www.mirknig.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п.п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
4	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеочамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-

двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ,

инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов «13.06.01– ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №866.

Автор



к.т.н., доцент А.Ш. Низамова

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ТЭС от 17.09.2020 г., протокол № 2-2020/21

Зав. кафедрой ТЭС



д. х. н., проф. Н.Д. Чичирова

На заседании методического совета института 27.10.2020 г., протокол № 07/20 г., программа рекомендована к утверждению.

Директор института
Теплоэнергетики



Н.Д. Чичирова

Согласовано:

Руководитель ОПОП



Н.Д. Чичирова

