



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

Ахметова И.Г.
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01. Исследование режимов работы источников теплоснабжения

(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

Промышленная теплоэнергетика

Квалификация (степень)
выпускника

Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Исследование режимов работы источников теплоснабжения» является формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследования режимов работы источников и систем теплоснабжения.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Получение знаний: о методах расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик и экономии энергетических ресурсов; способах оптимизации параметров тепловых технологических процессов и разработки оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

2. Формирование умений, позволяющих: проводить расчет тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик и экономии энергетических ресурсов; выполнять оптимизацию параметров тепловых технологических процессов и разрабатывать оптимальные схемы установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

3. Приобретение практических навыков: проведения расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик и экономии энергетических ресурсов; оптимизации параметров тепловых технологических процессов и разработки оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

В результате изучения дисциплины «Исследование режимов работы источников теплоснабжения» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-4 Способность к совершенствованию методов расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов	З1(ПК-4) Знать: методы расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов У1 (ПК-4) Уметь: применять методы расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов В1 (ПК-4) Владеть: методами расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов
ПК-6 Готовность к оптимизации параметров тепловых технологических процессов и разработка оптимальных схем	З1(ПК-6) Знать: методы оптимизации параметров тепловых технологических процессов и способы разработки оп-

установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

тимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

У1 (ПК-6) Уметь:

применять методы оптимизации параметров тепловых технологических процессов и способы разработки оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

В1 (ПК-6) Владеть:

методами оптимизации параметров тепловых технологических процессов и способами разработки оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Исследование режимов работы источников теплоснабжения» относится к дисциплинам по выбору и является образовательной составляющей учебного плана. Дисциплина преподается на 2 курсе. Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Тренинг профессионально-ориентированных риторике, дискуссий и общения»; «Психология высшего образования»; «Организационно-педагогические основы системы образования»; «Технология профессионально-ориентированного обучения»; «История и философия науки»; «Иностранный язык».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при подготовке к итоговой государственной аттестации и изучении дисциплин: «Энергоресурсы предприятий ТЭК»; «Топливные ресурсы предприятий ТЭК»; «Реализация проекта с полным жизненным циклом»; «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая практика)»; «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика)»; «Научно-исследовательская деятельность»; «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»; «Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук».

3. Структура и содержание дисциплины «Исследование режимов работы источников теплоснабжения»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 18 часов.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			3			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108		108			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	36	18	36			
Лекции (Лк)	18	9	18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18	9	18			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	54		54			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы						
Часы на контроль	18		18			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3		3			

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			3			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108		108			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	12	6	12			
Лекции (Лк)	6	3	6			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	6	3	6			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	92		92			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы						
Часы на контроль	4		4			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3		3			

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	11
1	Оборудование источников и систем теплоснабжения	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
2	Пьезометрические графики и тепловые нагрузки	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
3	Исследование характеристик теплообменного оборудования	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
4	Задачи и методы расчета и моделирования гидравлических сетей	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
5	Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
6	Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
7	Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
8	Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы
9	Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов	10	3	2	2		6	Практические задания, контрольные вопросы

	работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения							
11	Промежуточная аттестация	18	3					Зачет
12	Итого:	108	–	18	18		54	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Оборудование источников и систем теплоснабжения

Оборудование ТЭЦ и насосных подстанций. Оборудование тепловых сетей. Оборудование абонентских теплопотребляющих установок. Регулирующие клапаны. Установки с параллельной и двухступенчатой смешанной схемами включения подогревателей горячего водоснабжения. Установки с двухступенчатой последовательной схемой включения подогревателей горячего водоснабжения. Установки с непосредственным водоразбором. Установки с независимой схемой присоединения систем отопления.

2. Пьезометрические графики и тепловые нагрузки

Пьезометрические графики. Классификация абонентских установок по их гидравлическим характеристикам. Режимы работы циркуляционной системы. Структура тепловых нагрузок городских районов. Нагрузки горячего водоснабжения. Теплотери в системах горячего водоснабжения микрорайонов. Нагрузки горячего водоснабжения крупных жилых районов.

3. Исследование характеристик теплообменного оборудования

Уравнение характеристики теплообменных аппаратов. Исследование тепловых характеристик секционных водо-водяных и пластинчатых теплообменников. Исследование тепловых характеристик систем отопления.

4. Задачи и методы расчета и моделирования гидравлических сетей

Задачи расчета гидравлических режимов и методы их решения. Методы расчета стационарного потокораспределения в многокольцевых гидравлических сетях. Применение метода гидроанalogий для моделирования гидравлических сетей. Гидравлические установки. Методики и примеры моделирования на гидравлических установках. Алгоритм и программа расчета сетей с неизменными расходами воды у абонентов. Алгоритм и программа расчета сетей с переменными расходами воды у абонентов. Особенности программ расчета гидравлических режимов тепловых сетей.

5. Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения

Закрытые системы теплоснабжения (гидравлические режимы). Идеализированная сеть с неизменными расходами воды у абонентов.

Идеализированная сеть с неизменными сопротивлениями систем отопления. Гидравлические режимы реальных сетей. Гидравлические режимы сетей в аварийных условиях. Открытые системы теплоснабжения (гидравлические режимы). Идеализированная сеть с одним источником питания. Сеть с двумя источниками питания, кольцевая сеть. Гидравлические режимы сети при различных схемах присоединения потребителей. Системы теплоснабжения от загородных источников.

6. Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения

Тепловые режимы. Схемы установок. Режимы работы установок в условиях непосредственного водоразбора. Расчет режимов открытых систем теплоснабжения. Тепловые режимы установок с независимым присоединением систем отопления. Схемы установок и выбор оптимальных параметров. Методика и расчетное исследование режимов работы установок с независимой схемой.

7. Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения

Основное оборудование тепловой электростанции, его мощность и эксплуатационные свойства. Энергетическое нормирование. Расходные характеристики и показатели экономичности энергетических агрегатов. Способы получения характеристик. Классификация потерь по признаку зависимости от нагрузки.

8. Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения

Энергетические характеристики конденсационных турбоагрегатов типа «К». Влияние системы регулирования пропуска пара в турбоагрегат на его энергетическую характеристику. Энергетические характеристики турбоагрегатов с противодавлением типа «Р» и теплофикационных «Т» и «ПТ». Энергетические характеристики теплофикационных турбоагрегатов (конденсационных с отбором). Режимы работы теплофикационного турбоагрегата. Энергетические характеристики котлоагрегатов.

9. Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения

Распределение электрической нагрузки между конденсационными турбоагрегатами тепловой электростанции. Распределение тепловой и электрической нагрузки между турбинами теплоэлектроцентрали. Особенности режимов оборудования ТЭЦ. Общие сведения. Влияние водного режима теплосети на тепловую экономичность ТЭЦ. Взаимосвязь режимов тепловой сети и теплофикационных турбин.

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	Оборудование источников и систем теплоснабжения	3	1	2
2	Пьезометрические графики и тепловые нагрузки	3	2	2
3	Исследование характеристик теплообменного оборудования	3	3	2
4	Расчет и моделирование гидравлических сетей	3	4	2
5	Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения	3	5	2
6	Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения	3	6	2
7	Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения	3	7	2
8	Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения	3	8	2
9	Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения	3	9	2
	Промежуточная аттестация	3	1-9	18
	Итого			15

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

			ПК-4	ПК-6	Количество компетенций
1	Оборудование источников и систем теплоснабжения	10	З	З	2
2	Пьезометрические графики и тепловые нагрузки	10	З, У, В		3
3	Исследование характеристик теплообменного оборудования	10		З, У, В	3
4	Задачи и методы расчета и моделирования гидравлических сетей	10	З, У, В		3
5	Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения	10	З, У		2
6	Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения	10	З, У		2
7	Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения	10		З, У	2
8	Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения	10		З, У, В	3
9	Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения	10	З, У	З, У	4

(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	Оборудование источников и систем теплоснабжения	3	1	6
2	Пьезометрические графики и тепловые нагрузки	3	2	6
3	Исследование характеристик теплообменного оборудования	3	3	6
4	Задачи и методы расчета и моделирования гидравлических сетей	3	4	6
5	Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения	3	5	6
6	Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения	3	6	6
7	Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения	3	7	6
8	Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения	3	8	6
9	Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения	3	9	6
	Итого:	3	1-9	54

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Оборудование источников и систем теплоснабжения	ПК-4з ПК-6з	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания
2	Пьезометрические графики и тепловые нагрузки	ПК-4з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.
3	Исследование характеристик теплообменного оборудования	ПК-6з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.
4	Задачи и методы расчета и моделирования гидравлических сетей	ПК-4з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания
5	Гидравлические режимы работы систем теплоснабжения	ПК-4з,у	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания

				ния.
6	Тепловые режимы работы установок систем теплоснабжения	ПК-4з,у	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.
7	Показатели экономичности энергетических агрегатов источников теплоснабжения	ПК-6з,у	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания
8	Энергетические характеристики турбо- и котлоагрегатов источников теплоснабжения	ПК-6з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания
9	Распределение нагрузки между агрегатами источников теплоснабжения и влияние режимов работы теплосети на тепловую экономичность источника теплоснабжения	ПК-4з,у ПК-6з,у	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.

Используются материалы дистанционного курса «Исследование режимов работы источников и систем теплоснабжения» на образовательной площадке LMS MOODLE. Ссылка на курс в Moodle <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=0000> и электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <https://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 в процессе освоения теоретического и практического материала и в процессе самостоятельной работы в виде выполнения практических заданий и ответов на контрольные вопросы. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Исследование режимов работы источников теплоснабжения») является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 3 семестре.

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

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой

Вопросы для базового уровня

1. Назначение и схемы тепловых пунктов. Схема и особенности функционирования теплового пункта с одноступенчатым параллельным присоединением подогревателей ГВС.
2. Назначение и схемы тепловых пунктов. Схема и особенности функционирования теплового пункта с двухступенчатым последовательным присоединением подогревателей горячего водоснабжения.
3. Назначение и схемы тепловых пунктов. Схема и особенности функционирования теплового пункта с двухступенчатым смешанным присоединением подогревателей горячего водоснабжения.
4. Назначение и схемы тепловых пунктов. Схема и особенности функционирования теплового пункта для водяной открытой системы теплоснабжения.
5. Выбор сетевых и подпиточных насосов для водяной тепловой сети. Параллельное и последовательное включение сетевых и подпиточных насосов.
6. Принципиальная схема и особенности функционирования пароводогрейной котельной работающей на открытую систему теплоснабжения.
7. Режимы работы тепловых схем водогрейных, паровых и пароводогрейных котельных.
8. Методика расчета тепловых схем паровых, водогрейных и пароводогрейных котельных. Исходные данные и последовательность расчета.
9. Энергетические и экономические показатели работы котельной.
10. Выбор паровых котлов для котельной.
11. Выбор водогрейных котлов для котельной.
12. Выбор редуционно-охладительных установок (РОУ), редуционных (РУ) и охлаждающих установок для котельных и ТЭЦ.
13. Классификация деаэраторов. Принципиальные схемы включения деаэраторов питательной и подпиточной воды.
14. Принципиальная схема и принцип работы деаэрационной установки типа ДА (ДП).
15. Определение массового расхода греющего теплоносителя на деаэраторы типа ДВ и типа ДА (ДП).
16. Особенности выбора деаэраторов питательной и подпиточной воды для котельных и ТЭЦ. Параметры характеризующие деаэраторы.
17. Классификация ТЭЦ. Принципиальные схемы паротурбинных ТЭЦ (типы Р, П, Т).
18. Классификация ТЭЦ. Принципиальные схемы газотурбинной и парогазовой ТЭЦ.
19. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в водяных системах отопления зданий. Принципиальные схемы систем водяного отопления зданий со смешивающими устройствами. Характеристика элементов, из которых состоит система водяного отопления зданий.

20. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в водяных системах отопления зданий. Смешивающие устройства в системах отопления зданий. Определение коэффициента инжекции (смешения). Принципиальная схема системы водяного отопления здания без смешивающих устройств.

21. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в водяных системах отопления зданий. Расчетные формулы и графики изменения температуры и расхода сетевой воды для жилых и производственных зданий.

22. Центральное качественное регулирование отопительной тепловой нагрузки в воздушных системах отопления зданий. Принципиальная схема системы воздушного отопления здания. Расчетные формулы и графики изменения температуры и расхода сетевой воды.

23. Регулирование разнородной тепловой нагрузки в водяных системах централизованного теплоснабжения. Расчетные формулы и графики изменения температуры и расхода сетевой воды.

24. Определение качества тепловой энергии в водяных системах теплоснабжения. Основные критерии для оценки качества тепловой энергии и фактического режима потребления тепловой энергии

25. Основное оборудование тепловой электростанции, его мощность и основные эксплуатационные свойства

26. Расходные характеристики и показатели тепловой экономичности энергоагрегатов

27. Показатели качества воды и пара. Выбор схем обработки воды. Расчет схемы водоподготовки

28. Капиталовложения и стоимость постройки различных котельных. Определение годовой выработки теплоты котельной

29. Эксплуатационные расходы и стоимость энергии. Экономическая оценка эффективности котельной

Вопросы для продвинутого уровня

1. Оборудование ТЭЦ и насосных подстанций.
2. Оборудование тепловых сетей.
3. Оборудование абонентских теплопотребляющих установок.
4. Регулирующие клапаны.
5. Пьезометрические графики.
6. Установки с параллельной и двухступенчатой смешанной схемами включения подогревателей горячего водоснабжения.
7. Установки с двухступенчатой последовательной схемой включения подогревателей горячего водоснабжения.
8. Установки с непосредственным водоразбором.
9. Установки с независимой схемой присоединения систем отопления.
10. Пьезометрические графики.
11. Классификация абонентских установок по их гидравлическим характеристикам.
12. Режимы работы циркуляционной системы.
13. Структура тепловых нагрузок городских районов.
14. Нагрузки горячего водоснабжения.
15. Тепловые потери в системах горячего водоснабжения микрорайонов.
16. Нагрузки горячего водоснабжения крупных жилых районов.
17. Уравнение характеристики теплообменных аппаратов.
18. Исследование тепловых характеристик секционных водо-водяных и пластинчатых теплообменников.
19. Исследование тепловых характеристик систем отопления.

20. Задачи расчета гидравлических режимов и методы их решения.
21. Методы расчета стационарного потокораспределения в многокольцевых гидравлических сетях.
22. Применение метода гидроанalogий для моделирования гидравлических сетей.
23. Гидравлические установки.
24. Методики и примеры моделирования на гидравлических установках.
25. Алгоритм и программа расчета сетей с неизменными расходами воды у абонентов.
26. Алгоритм и программа расчета сетей с переменными расходами воды у абонентов.
27. Особенности программ расчета гидравлических режимов тепловых сетей.

Вопросы для высокого уровня

1. Закрытые системы теплоснабжения. Гидравлические режимы. Идеализированная сеть с неизменными расходами воды у абонентов.
2. Закрытые системы теплоснабжения. Гидравлические режимы. Идеализированная сеть с неизменными сопротивлениями систем отопления.
3. Гидравлические режимы реальных сетей. Гидравлические режимы сетей в аварийных условиях.
4. Тепловые режимы установок с различными схемами включения подогревателей горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения. Схемы установок. Расчетные и экспериментальные исследования установок. Области применения и сопоставление различных схем присоединения нагрузки горячего водоснабжения.
5. Открытые системы теплоснабжения. Гидравлические режимы. Идеализированная сеть с одним источником питания.
6. Открытые системы теплоснабжения. Гидравлические режимы. Сеть с двумя источниками питания, кольцевая сеть.
7. Гидравлические режимы сети при различных схемах присоединения потребителей.
8. Системы теплоснабжения от загородных источников. Тепловые режимы. Схемы установок.
9. Режимы работы установок в условиях непосредственного водоразбора. Расчет режимов открытых систем теплоснабжения.
10. Тепловые режимы установок с независимым присоединением систем отопления. Схемы установок и выбор оптимальных параметров.
11. Методика и расчетное исследование режимов работы установок с независимой схемой.
12. Основное оборудование тепловой электростанции, его мощность и эксплуатационные свойства. Энергетическое нормирование.
13. Расходные характеристики и показатели экономичности энергетических агрегатов.
14. Способы получения характеристик.
15. Классификация потерь по признаку зависимости от нагрузки.
16. Энергетические характеристики конденсационных турбоагрегатов типа «К».
17. Влияние системы регулирования пропуска пара в турбоагрегат на его энергетическую характеристику.
18. Энергетические характеристики турбоагрегатов с противодавлением типа «Р» и теплофикационных «Т» и «ПТ».
19. Энергетические характеристики теплофикационных турбоагрегатов (конденсационных с отбором).
20. Режимы работы теплофикационного турбоагрегата.
21. Энергетические характеристики котлоагрегатов.

22. Распределение электрической нагрузки между конденсационными турбоагрегатами тепловой электростанции.
23. Распределение тепловой и электрической нагрузки между турбинами теплоэлектроцентрали.
24. Особенности режимов оборудования ТЭЦ. Общие сведения.
25. Влияние водного режима теплосети на тепловую экономичность ТЭЦ. Взаимосвязь режимов тепловой сети и теплофикационных турбин.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Исследование режимов работы источников теплоснабжения» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	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.
«хорошо»	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

6.1 Основная литература:

1. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 136 с. - ISBN 978-5-8114-3694-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

2. Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учеб. пособие для вузов / Сазанов Б. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01246-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

3. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-1392-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

4. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем : производственно-практическое издание / Н. М. Зингер. - 2-е изд., перераб. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 320 с.

5. Эффективность транспорта тепловой энергии : научное издание / Л. В. Родичев. - СПб. : [б. и.], 2006. - 448 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики / Александров А. А. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01356-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

2. Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01168-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

3. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01171-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

4. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01170-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

5. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. / Соколов Е. Я. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

6. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 392 с. - ISBN 978-5-8114-5222-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

7. Теплообменные аппараты ТЭС : справочник : в 2 кн. Кн. 1 / Назмеев Ю. Г. , Шлянников В. Н. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01140-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].
8. Теплообменные аппараты ТЭС справочник : в 2 кн. Кн. 2 / Назмеев Ю. Г. , Шлянников В. Н. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01141-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].
9. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов / Александров А. А. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01110-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].
10. Теплоэнергетика. Тепловая экономичность паротурбинных энергоблоков : учебное пособие / О. К. Григорьева, О. В. Боруш. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 51 с. - ISBN 978-5-7782-2987-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
11. Инженерные методы расчета процессов теплообмена : монография / Ю. В. Видин, В. В. Иванов, Р. В. Казаков. - Красноярск : СФУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-2940-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
12. Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии : монография / П. А. Трубаев. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 228 с. - ISBN 978-5-9729-0279-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
13. Основы эксергетического анализа топливоиспользующих установок : учебное пособие / А. А. Францева, О. К. Григорьева. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-3849-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
14. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод : учебное пособие / Ю. А. Крылов, А. С. Карандаев, В. Н. Медведев. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 176 с. - ISBN 978-5-8114-1469-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
15. Тенденции развития ТЭС : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. В. Боруш. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 259 с. - ISBN 978-5-7782-3343-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
16. Белинский, С. Я. Учебное пособие по курсу "Режимы работы и вопросы эксплуатации ТЭЦ и теплофикационных систем" / С. Я. Белинский, И. Н. Тамбиева. - М. : МЭИ, 1977. - 88 с.
17. Расчет принципиальной тепловой схемы теплофикационной турбоустановки с технологическим отбором пара : учебно-методическое пособие / сост. А. Ш. Низамова. - Казань : КГЭУ, 2018.

18. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок : справочное издание / Ю.М. Бродов [и др.]; под ред. Ю.М. Бродова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008. - 480 с.

19. Авдюнин, Е. Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок : учебник / Авдюнин Е. Г. - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-0297-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

20. Буров, В. Д. Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В. Д. Буров, Е. В. Дорохов, Д. П. Елизаров и др. ; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01420-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

21. Трухний, А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. - 2-е изд., стереот. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01416-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

22. Щинников, П. А. Комплексные исследования энергоблоков электростанций и энергоустановок : монография / под общ. ред. П. А. Щинникова. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 500 с. (Серия "Монографии НГТУ") - ISBN 978-5-7782-4127-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

23. Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник / А. Г. Костюк [и др.] ; под ред. А. Г. Костюка. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 557 с.

24. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. - 2-е изд., перераб. - М. : Издательский дом МЭИ, 2002. - 260 с.

25. Методы и алгоритмы расчета тепловых сетей : производственно-практическое издание / под ред. В. Я. Хасилева, А. П. Меренкова. - М. : Энергия, 1978. - 176 с.

26. Основы гидравлического расчета инженерных сетей : учебное пособие для вузов / Т. Н. Ильина. - М. : Ассоциация строит. вузов, 2007. - 192 с.

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. <https://www.elibrary.ru/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <http://window.edu.ru/>
4. <https://cyberleninka.ru/>
5. <https://www.studentlibrary.ru/>

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ для моделирования и расчета режимов работы источников и систем теплоснабжения ГИС Зулу, ПРК Термо, ПРК Стеам, АРС ПС, ГИРК «Теплоэксперт».

6.5. Интернет-ресурсы

1. <https://kgeu.ru>
2. <https://e.kgeu.ru>
3. <https://app.kgeu.local/Home/Apps>

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
3	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), видеокамеры, 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 <https://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 Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №878.

Автор



к.т.н., доц. Р.Н. Валиев

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 14.10.2020 г., протокол №3 .

Зав. кафедрой ПТЭ



д.т.н., проф. Ю.В. Ваньков

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

Директор института
Теплоэнергетики



д.х.н., проф. Н.Д. Чичирова

Согласовано:

Руководитель ОПОП



д.т.н., проф. Ю.В. Ваньков

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изме- нения	Номера листов (страниц)			Всего ли- стов в доку- менте	ФИО и под- пись лица, внесшего изменение	Дата
	замененных	НОВЫХ	ИЗЪЯТЫХ			