



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

Ахметова И.Г.
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02. Оптимизация 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 «Оптимизация теплоснабжения» является формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний, практических умений и навыков в области оптимизации теплоснабжения.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Получение знаний: об оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства; о 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: оптимизировать схемы энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанные на принципах их комбинированного производства; 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: оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства; 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 «Оптимизация теплоснабжения» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 Готовность к оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства	З1(ПК-2) Знать: методы оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства У1 (ПК-2) Уметь: применять методы оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства В1 (ПК-2) Владеть: методами оптимизации схем энергетических установок и систем для генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их комбинированного производства

<p>ПК-6 Готовность к оптимизации параметров тепловых технологических процессов и разработка оптимальных схем установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах</p>	<p>З1(ПК-6) Знать: 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</p> <p>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</p> <p>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</p>
--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Оптимизация 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 риторики, 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 «Оптимизация 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	Вопросы математического моделирования сложных теплоэнергетических установок	25	3	6	6		13	Практические задания, контрольные вопросы
2	Методы оптимизации сложных теплоэнергетических установок	25	3	4	4		17	Практические задания, контрольные вопросы
3	Оптимизация схем энергоустановок и увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем	20	3	4	4		12	Практические задания, контрольные вопросы
4	Оптимизация комбинированной теплопроизводящей установки с тепловым насосом	20	3	4	4		12	Практические задания, контрольные вопросы
11	Промежуточная аттестация	18	3					Зачет
12	Итого:	108	–	18	18		54	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Вопросы математического моделирования сложных теплоэнергетических установок

Математическое моделирование элементов теплоэнергетических установок. Вопросы математического моделирования технологических схем сложных теплоэнергетических установок.

Раздел 2. Методы оптимизации сложных теплоэнергетических установок

2.1. Оптимизация параметров сложных теплоэнергетических установок. Математическая постановка задачи. Декомпозиция задачи. Метод оптимизации параметров технологических связей. Пример оптимизации параметров ПГУ.

2.2. Оптимизация параметров теплоэнергетических установок с учетом переменных условий работы. Математическая постановка задачи. Метод решения задачи. Пример оптимизации параметров теплофикационной ПГУ.

2.3. Оптимизация теплоэнергетических установок при неопределенности экономической информации. Математическая постановка задачи. Метод решения задачи. Пример оптимизации параметров ПГУ с высокотемпературной газовой турбиной.

Раздел 3. Оптимизация схем энергоустановок и увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем

3.1. Оптимизация схем энергоустановок. Основные подходы к решению задач. Пример оптимизации схемы энергоблока АЭС с ВВЭР. Пример оптимизации подсистемы конвективных теплообменников теплоэнергетической установки.

3.2. Увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем. Математическая постановка и метод решения. Пример совместной оптимизации энергетической системы и энергетических установок.

Раздел 4. Оптимизация комбинированной теплопроизводящей установки с тепловым насосом

Комбинированная теплопроизводящая установка. Математические модели элементов теплового насоса. Оптимизация комбинированной теплонасосной установки с учетом переменного характера тепловой нагрузки. Исследование комбинированной теплопроизводящей установки.

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	Разработка балансовой теплотехнологической схемы	3	1	2
2	Анализ с применением матриц смежности и цикла	3	1	2
3	Определение оптимальной последовательности расчета	3	1	2
4	Расчет системы КПД для теплотехнологических установок без внешнего теплоиспользования и с внешним теплоиспользованием. Определение потенциала технологического и общего резерва интенсивного энергосбережения ТТС и ТТК.	3	2	2

5	Определение потенциала полного резерва интенсивного энергосбережения. Расчет коэффициента использования резерва интенсивного энергосбережения и интегрального коэффициента полезного использования первичной энергии (первичного топлива)	3	2	2
6	Влияние начального давления пара на термический КПД цикла Ренкина. Выбор оптимального давления промперегрева. Выбор оптимальной температуры питательной воды. Выбор оптимального разделительного давления в паротурбинных установках насыщенного пара с сепарацией	3	3	2
7	Метод перебора для поиска оптимальных начальных параметров ПТУ. Градиентный метод для выбора оптимальных значений давления двухкратного промперегрева. Метод координатного спуска для расчета оптимальных значений начального давления и температуры питательной воды. Выбор оптимального диаметра паропровода острого пара	3	3	2
8	Технико-экономический выбор температурных напоров в поверхностных регенеративных подогревателях. Использование метода половинного деления в поверочном тепловом расчете поверхностного пароводяного подогревателя	3	4	2
9	Оптимизация комбинированной теплопроизводящей установки с тепловым насосом	3	4	2
	Промежуточная аттестация	3	1-9	18
	Итого			20

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

			ПК-2	ПК-6	Количество компетенций
1	Вопросы математического моделирования сложных теплоэнергетических установок	25		З, У, В	3
2	Методы оптимизации сложных теплоэнергетических установок	25		З, У, В	3
3	Оптимизация схем энергоустановок и увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем	20	З, У, В		3
4	Оптимизация комбинированной теплопроизводящей установки с тепловым насосом	20	З, У, В		3
5	Промежуточная аттестация		З, У, В	З, У, В	6

(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	Математическое моделирование элементов теплоэнергетических установок. Вопросы математического моделирования технологических схем сложных теплоэнергетических установок	3	1	13
2	Оптимизация параметров сложных теплоэнергетических установок. Математическая постановка задачи. Декомпозиция задачи. Метод оптимизации параметров технологических связей. Пример оптимизации параметров ПГУ. Оптимизация параметров теплоэнергетических установок с учетом переменных условий работы. Математическая постановка задачи. Метод решения задачи. Пример оптимизации параметров теплофикационной ПГУ. Оптимизация теплоэнергетических установок при неопределенности экономической информации. Математическая постановка задачи. Метод решения задачи. Пример оптимизации параметров ПГУ с высокотемпературной газовой турбиной	3	2	17
3	Оптимизация схем энергоустановок. Основные подходы к решению задач. Пример оптимизации схемы энергоблока АЭС с ВВЭР. Пример оптимизации подсистемы конвективных теплообменников теплоэнергетической установки. Увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем. Математическая постановка и метод решения. Пример совместной оптимизации энергетической системы и энергетических установок	3	3	12
4	Комбинированная теплопроизводящая установка. Математические модели элементов теплового насоса. Оптимизация комбинированной теплонасосной установки с учетом переменного характера тепловой нагрузки. Исследование комбинированной теплопроизводящей установки.	3	4	12
	Итого:	3	1-4	54

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Вопросы математического моделирования сложных теплоэнергетических установок	ПК-6з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания
2	Методы оптимизации сложных теплоэнергетических установок	ПК-6з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.
3	Оптимизация схем энергоустановок и увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем	ПК-2з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания.
4	Оптимизация комбинированной теплопроизводящей установки с тепловым насосом	ПК-2з,у,в	Интерактивные методы, формы и средства обучения	Контрольные вопросы, практические задания

Используются материалы дистанционного курса «Оптимизация 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 подлежат посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Оптимизация теплоснабжения») является про-

межуточная 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. Система и окружение.
2. Свойства системы.
3. Структура систем.
4. Регулирование и управление в системах.
5. Энергетические системы.
6. Характерные черты энергетических систем.
7. Иерархическая структура энергетических систем.
8. Внешние связи.
9. Динамика и обратные связи в энергетических системах.
10. 10. Методика проведения анализа и оценки термодинамической эффективности теплотехнологических схем.

Вопросы для продвинутого уровня

1. Математическое моделирование элементов теплоэнергетических установок.
2. Представление информации при исследовании энергетических систем.
3. Неопределенность оптимальных решений и их экономическая стабильность.
4. Управление в энергетических системах.
5. Критерии оценки энергетической эффективности собственно тепло-технологии.
6. Система КПД для теплотехнологических установок без внешнего теплоиспользования.
7. Система КПД для теплотехнологических установок с внешним теплоиспользованием.
8. Совокупность КПД для теплотехнологических систем и комплексов без внешнего и с внешним теплоиспользованием.
9. Потенциал технологического и общего резерва интенсивного энергосбережения ТТС и ТТК.
10. Потенциал полного резерва интенсивного энергосбережения.

11. Коэффициент использования резерва интенсивного энергосбережения.
12. Интегральный коэффициент полезного использования первичной энергии (первичного топлива).
13. Алгоритм диагностики энергетической эффективности и прогноза потенциала резерва интенсивного энергосбережения в заданном объекте (ТТУ, ТТС, ТТК).
14. Вопросы математического моделирования технологических схем сложных теплоэнергетических установок.
15. Оптимизация параметров сложных теплоэнергетических установок ТЭУ.
16. Математическая постановка задачи оптимизации параметров сложных ТЭУ.
17. Декомпозиция задачи оптимизации параметров сложных ТЭУ.
18. Метод оптимизации параметров технологических связей.
19. Пример оптимизации параметров ПГУ.
20. Оптимизация параметров ТЭУ с учетом переменных условий работы.
21. Математическая постановка задачи оптимизации параметров ТЭУ с учетом переменных условий работы.
22. Метод решения задачи оптимизации параметров ТЭУ с учетом переменных условий работы.
23. Пример оптимизации параметров теплофикационной ПГУ.
24. Оптимизация теплоэнергетических установок при неопределенности экономической информации.
25. Математическая постановка задачи оптимизации ТЭУ при неопределенности экономической информации.
26. Метод решения задачи оптимизации ТЭУ при неопределенности экономической информации.
27. Пример оптимизации параметров ПГУ с высокотемпературной газовой турбиной.

Вопросы для высокого уровня

1. Оптимизация схем энергоустановок. Основные подходы к решению задач.
2. Пример оптимизации схемы энергоблока АЭС с ВВЭР.
3. Пример оптимизации подсистемы конвективных теплообменников теплоэнергетической установки.
4. Увязка решений при оптимизации теплоэнергетических установок и энергетических систем.
5. Математическая постановка задачи и метод решения.
6. Пример совместной оптимизации энергетической системы и энергетических установок.
7. Комбинированная теплопроизводящая установка.
8. Математические модели элементов теплового насоса.

9. Оптимизация комбинированной теплонасосной установки с учетом переменного характера тепловой нагрузки.

10. Исследование комбинированной теплопроизводящей установки.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «*Оптимизация тепло-снабжения*» 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. 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].

2. 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].

3. Эксергетические исследования и оптимизация режимов работы ТЭЦ : монография / П. А. Щинников, О. В. Боруш, С. В. Зыков. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 203 с. - ISBN 978-5-7782-3801-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

4. 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].

5. 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.

6. 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].

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. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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].

9. 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].

10. 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.

11. 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].

12. 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].

13. Парогазовые установки электростанций : учебное пособие / А. Д. Трухний. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019.

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

15. 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.

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

№ изменения	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	ФИО и подпись лица, внесшего изменение	Дата
	замененных	новых	изъятых			