Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Моделирование теплоэнергетических процессов и установок» направление подготовки бакалавров

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Цель преподавания дисциплины:

Изучение знаний в области моделирования теплоэнергетических процессов и установок, в том числе физико-математического анализа, теоретического численного и экспериментального исследования, и формирование навыков применения знаний о моделировании процессов в профессиональной деятельности с целью выявления естественнонаучной сущности явлений в тепло-энергетических установках.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение естественнонаучных методов моделирования тепловых процессов, способов их применения к теплоэнергетических установкам;

- формирование умений и навыков применения методов моделирования в профессиональной деятельности;

- подготовка к участию в анализе, теоретических и экспериментальных исследованиях процессов теплоэнергетических установок.

Индикаторы компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

УК 2.1 – Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта.

УК 2.2 – Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения.

УК 2.3 – Анализирует план график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач.

УК 2.4 – В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы.

УК 2.5 – Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач.

ПК 5.1 – Выполняет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования.

ПК 5.2 – Анализирует процесс выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе.

ПК 5.3 – Контролирует соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

ПК 6. 1 – Применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей.

ПК 6.2 – Применяет методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии.

ПК 6.3 – Использует методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей.

Разделы дисциплины:

1. Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок.

2. Реализация математических моделей теплоэнергетических установок.

3. Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел.

4. Методы оптимизации телоэнергетических установок.

5. Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования.

Б1.В.10

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
строительства и архитектуры
(наименование ф-та полностью)
_____ Пахомова Е.Г.
(подпись, инициалы, фамилия)
«30» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование теплоэнергетических процессов и установок
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика»
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета (протокол №9 «27» февраля 2023 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика» на заседании кафедры теплогазоводоснабжения «30» 06 2023 г. протокол №19

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Семичева Н.Е.

Разработчик программы
к.т.н., доцент
кафедры ТГВ _____ Семичева Н.Е.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «19» мая 2024 г., на заседа инфраструктурных энергетических систем протокол №14 от 18.06.2024 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Я.Е. Семичева

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 02 2025 г., на заседан инфраструктурных теплоэнергетических систем протокол №14 от 30.06.2025 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

и.о. Зав. кафедрой _____ О.Н. Зайцев

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» марта 2026 г., на з инфраструктурных теплоэнергетических систем протокол №16 от 30.06.2026 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ О.Н. Зайцев

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Изучение знаний в области моделирования теплоэнергетических процессов и установок, в том числе физико-математического анализа, теоретического численного и экспериментального исследования, и формирование навыков применения знаний о моделировании процессов в профессиональной деятельности с целью выявления естественнонаучной сущности явлений в теплоэнергетических установках.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение естественнонаучных методов моделирования тепловых процессов, способов их применения к теплоэнергетических установкам;
- формирование умений и навыков применения методов моделирования в профессиональной деятельности;
- подготовка к участию в анализе, теоретических и экспериментальных исследованиях процессов теплоэнергетических установок.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
		УК- 2.2 Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	***Знать:*** - методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:*** - определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения
		УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети ***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** -основными приемами анализа план-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач
		УК-2.4 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм ***Уметь:*** - определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - основными приемамиопределения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
		УК-2.5 Оценивает решение поставленных задач в	***Знать:*** - методы оценки решение поставленных задач в зоне своей ответ-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
		зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	ственности ***Уметь:*** - оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности
ПК-5	Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе	ПК-5.1 Выполняет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Знать:*** - проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:*** - проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования
		ПК-5.2 Анализирует процесс выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе
		ПК-5.3 Контролирует соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	***Знать:*** - соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - применять соблюдение персоналом требований охраны труда,

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности
ПК-6	Способен управлять процессом эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	ПК-6.1 Применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей
		ПК-6.2 Применяет методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии
		ПК-6.3 Использует методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование теплоэнергетических процессов и установок» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)») основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника профиль «Энергетика теплотехнологии». Дисциплина изучается на 3 курсе, 5 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.), 72 академических часа.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	35,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
Курсовой проект	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Методика построения математических моде-	- основные понятия метода математического моделирования;

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
	лей теплоэнергетических установок	- общие подходы к построению математических моделей; - примеры построения математических моделей; - математические модели теплоэнергетической установки
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	- решение системы балансовых уравнений; - оптимальная последовательность расчета теплоэнергетической установки; - определение допустимого технического решения; - методы упрощенного представления сложных зависимостей
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	- общие методические положения; - определение теплофизических свойств воды и водяного пара
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	- постановка задачи; - методы оптимизации непрерывно изменяющихся параметров теплоэнергетических установок; - методы оптимизации дискретных параметров и вида тепловой схемы теплоэнергетической установки. Поиск глобального оптимума; - погрешность метода решения задач оптимизации. Некоторые выводы о выборе наиболее целесообразных методов оптимизации теплоэнергетических установок
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	- постановка проблемы; - методы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№ лаб.	№ практ.			
1	Тема 1. Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	2	1		У-1, 2, 3, 4, 5 МУ-1	С – 8 Т – 8	УК-2 ПК-5 ПК-6

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№ лаб.	№ практ.			
	Тема 2. Реализация математических моделей теплоэнергетических установок		2				
	Тема 3. Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел		3				
2	Тема 4. Методы оптимизации теплоэнергетических установок	2			У-1, 2, 3, 4, 5 МУ-1	С – 16 Т – 16	УК-2 ПК-5 ПК-6
	Тема 5. Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования						

С – собеседование, Т – тест.

4.2 Лабораторные работы и(или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование	Объем, час
1	2	3
1	Постановка задачи оптимизационного эксперимента	2
2	Полный факторный эксперимент	4
3	Дробный факторный эксперимент	4
4	Статистическая обработка опытных данных	8
Итого:		18

4.1 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	2 неделя	7
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	4 неделя	7

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	6 неделя	7
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	12 неделя	7
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	16 неделя	7,9
	ИТОГО		35,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– тем рефератов;

– вопросов к зачету;

–методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

–удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи со специалистами ООО «УНИКА инжиниринг», ОБУ «Проектный институт гражданского строительства, планировки и застройки городов и поселков «Курскгражданпроект», ООО ПРЕДПРИЯТИЕ «КУРСКГАЗПРОЕКТ».

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые образовательные технологии	Объем, час
1	2	3	4
1	Выполнение полного факторного эксперимента с помощью программного комплекса MATHCAD	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Выполнение статистической обработки опытных данных с помощью программного комплекса MATHCAD	Разбор конкретных ситуаций	4
Итого:			6

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия

обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (разбор конкретных ситуаций);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Правоведение Основы проектной деятельности Экономика энергетического предприятия		Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-5. Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе	Русский язык и деловое общение Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры Основы проектной деятельности	Безопасность жизнедеятельности Правоведение Культурология Управление личным временем (тайм-менеджмент) Конфликтология Экономическая культура и	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Экономика энергетического предприятия Физическая химия. Основы водоподготовки Котельные установки и па-

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
		финансовая грамотность Иностранный язык	рогенераторы Нагнетатели и тепловые двигатели Тепломассообменное оборудование предприятий Источники и системы теплоснабжения Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Экологическая безопасность в теплоэнергетике Паровые и газовые турбины Проектирование систем очистки дымовых газов Системы обеспечения микроклимата предприятий теплоэнергетики Проектирование и эксплуатация термовлажностных и

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
			низкотемпературных технологических процессов Инженерные системы и оборудование предприятий теплоэнергетики
ПК-6. Способен управлять процессом эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	Высшая математика Физика Информатика Инженерная и компьютерная графика	Материаловедение и технология конструкционных материалов Теоретическая механика Прикладная механика Электротехника и электроника Гидрогазодинамика Тепломассообмен Техническая термодинамика Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Экономика энергетического предприятия Физическая химия. Основы водоподготовки Котельные установки и парогенераторы Нагнетатели и тепловые двигатели Тепломассообменное оборудование предприятий Источники и системы теплоснабжения Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
			установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Экологическая безопасность в теплоэнергетике Паровые и газовые турбины Проектирование систем очистки дымовых газов Системы обеспечения микроклимата предприятий теплоэнергетики Проектирование и эксплуатация термовлажностных и низкотемпературных технологических процессов Инженерные системы и оборудование предприятий теплоэнергетики

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
УК-2/ *основной*	УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - некоторые подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - частично формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - некоторыми приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере
	УК- 2.2	***Знать:***	***Знать:***	***Знать:***

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	- некоторые методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:*** - частично определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - некоторыми методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	- методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:*** - определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	- методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере ***Уметь:*** - определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере
	УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения по-	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети не в полном объеме	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети в полном объ-

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	ставленных задач	***Уметь:*** - частично анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** - некоторыми приемами анализа план-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач	***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** - основными приемами анализа план-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач	еме ***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирать оптимальный способ решения поставленных задач на высоком уровне ***Владеть:*** - основными приемами анализа план-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач сети в полном объеме
	УК-2.4 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм не в полном объеме ***Уметь:*** - частично определять	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм ***Уметь:*** - определять имеющие-	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм в полном объеме ***Уметь:***

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1)*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - некоторыми приемами определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	ся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - основными приемами определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	- определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы на высоком уровне ***Владеть:*** - основными приемами определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм в полном объеме
	УК-2.5 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	***Знать:*** - некоторые методы оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности ***Уметь:*** - частично оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения за-	***Знать:*** - методы оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности ***Уметь:*** - оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы	***Знать:*** - методы оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности в полном объеме ***Уметь:*** - оценивать решение поставленных задач в зоне свосй ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		дач ***Владеть:*** - некоторыми методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности	решения задач ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности	корректирует способы решения задач на высоком уровне ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности в полном объеме
ПК-5/ *основной*	ПК-5.1 Выполняет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Знать:*** - частично проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - частично применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:*** - частично проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного обору-	***Знать:*** - достаточно проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - достаточно применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:*** - достаточно проверкой технического состояния котлоагрегатов,	***Знать:*** - полностью проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - полностью применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:*** - полностью проверкой технического состояния котлоагрегатов, ко-

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		дования	котельного и вспомогательного оборудования	тельного и вспомогательного оборудования
	ПК-5.2 Анализирует процесс выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - частично анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - частично использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - частично анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - достаточно анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - достаточно использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - достаточно анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - полностью анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - полностью использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - полностью анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе
	ПК-5.3 Контролирует соблюдение персоналом требований охраны труда,	***Знать:*** - частично соблюдение персоналом требований охраны труда, промыш-	***Знать:*** - достаточно соблюдение персоналом требований охраны труда,	***Знать:*** - полностью соблюдение персоналом требований охраны труда,

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	промышленной и пожарной безопасности	ленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - частично применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - частично методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - достаточно применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - достаточно методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - полностью применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - полностью методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности
ПК-6 */основной*	ПК-6.1 Применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - частично методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - частично применяет методы проверки техниче-	***Знать:*** - достаточно методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - достаточно применяет методы проверки тех-	***Знать:*** - полностью методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей, ***Уметь:*** - полностью применяет методы проверки тех-

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		ского состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - частично методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	нического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - достаточно методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	нического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - полностью методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей
	ПК-6.2 Применяет методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - частично методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - частично использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - частично методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - достаточно методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - достаточно использовать методы анализа и достаточно контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - достаточно методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - полностью методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - полностью использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - полностью методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оценивания компетенций *(индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	ПК-6.3 Использует методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - частично методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - частично применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - частично методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - достаточно методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - достаточно применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - достаточно методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - полностью методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - полностью применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - полностью методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценива-ния
				Наименование	№№ заданий	
1	Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С1	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т1	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С1, Т1	
			Лабораторная работа	Тестирование	Т2	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С2, Т2	
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С2	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т2	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С2, Т2	
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С3	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т3	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С3, Т3	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С5, Т5	
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С6	Согласно таблице 7.4
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С6, Т6	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С7, Т7	
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С8	Согласно таблице 7.4
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С8, Т8	

Примеры типовых заданий для текущего контроля

Пример тестового задания к разделу № 1

Моделирование, в ходе которого исследование ведется на модели, воспроизводящей определенные геометрические, физические, либо функциональные характеристики оригинала, называется:

а) аналоговым

б) предметным

в) мысленным

г) динамическим

д) физическим

Пример тестового задания к разделу № 2

Научно-техническая задача математической модели:

а) разработка методики расчета; конструирование; технологическая схема реализации метода

б) разработка методики расчета

в) конструирование

г) технологическая схема реализации метода

д) разработка методики расчета; конструирование

Пример тестового задания к разделу № 3

Что послужило математической основой разработки дробного факторного эксперимента?

а) увеличение скорости роста числа опытов по сравнению с ростом количества исследуемых факторов

б) наличие избыточной информации для построения линейной модели

в) незначимость коэффициентов при смешанных взаимодействиях

г) сокращение количества опытов

Пример тестового задания к разделу № 4

Оптимизация развития заключается?

а) определение наилучшего плана системы

б) определение наилучшего отдела системы

в) определение наилучшего специалиста системы

Пример тестового задания к разделу № 5

Количественной мерой интенсивности эффектов, существенных для данного процесса, можно рассматривать:

а) критерии подобия

б) определяющие физические величины

в) теплофизические параметры

г) краевые условия

д) среди ответов нет правильного

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового и компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт наблюдения) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (проектных, технологических, производственных или ситуационных) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Моделирование, в ходе которого исследование ведется на модели, воспроизводящей определенные геометрические, физические, либо функциональные характеристики оригинала, называется:

а) аналоговым
б) предметным
в) мысленным
г) динамическим
д) физическим

Задание в открытой форме:

_____ - это особый рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке или математическом доказательстве

Задание на установление правильной последовательности:

Определите последовательность этапов проведения научно-исследовательской работы:

а) анализ результатов и их оформление
б) формулирование целей и задач исследования
в) составление технико-экономического обоснования
г) экспериментальные исследования
д) выбор и формулирование темы
е) теоретические исследования

Задание на установление соответствия:

Укажите соответствие формулы и ее названия:

А) Интервал варьирования	1) $I = \frac{x_{max} - x_{min}}{2}$
Б) Основной (нулевой) уровень	2) $x_0 = \frac{x_{max} + x_{min}}{2}$
В) Кодирование значения планирования эксперимента	3) $x_j = \frac{\tilde{x}_j - x_{j0}}{I_j}$
Г) Многофакторный эксперимент	4) $y = f(x_1, x_2, ...x_k)$

Компетентностно-ориентированная задача:

Построить гистограмму относительных частот и эмпирическую функцию распределения по данному интервальному статистическому ряду:

$[x_{i-1};x_i)$	[5;10)	[10;15)	[15;20)	[20;25)	[25;30)	[30;35)	[35;40)
n_i	4	6	16	36	24	10	4

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

- указанные в списке литературы методические указания, используемые в образовательном процессе.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующий в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов.

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Формы контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	Балл	Примечания	Балл	Примечания
Лабораторные работы				
Математические модели теплоэнергетической установки	8	Выполнил, но не «защитил»	16	Выполнил и «защитил»
Решение системы балансовых уравнений	8	Выполнил, но не «защитил»	16	Выполнил и «защитил»
Определение теплофизических свойств воды и водяного пара	8	Выполнил, но не «защитил»	16	Выполнил и «защитил»
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
зачет	0		36	
ИТОГО	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,

-задание в открытой форме – 2 балла,

-- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Лукин, С. Физическое моделирование процессов передачи теплоты : учебное пособие / С. Лукин ; науч. ред. Р. А. Юдин ; Череповецкий государственный университет. – Череповец : Череповецкий государственный университет (ЧГУ),

2016. – 112 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434810 (дата обращения: 14.08.2023). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

2. Ляшков, В. И. Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики : учебное пособие / В. И. Ляшков ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 139 с. - Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277818 (дата обращения: 14.08.2023). – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Архипов, В. Физико-химические основы процессов тепломассообмена : учебное пособие / В. Архипов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 199 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086 (дата обращения: 14.08.2023). - Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

4. Иванов, В. В. Математическое моделирование : учебное пособие / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 116 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696353 (дата обращения: 14.08.2023). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

5. Красовский, Геннадий Иванович. Планирование эксперимента : [учебник] / Г. И. Красовский, Г. Ф. Филаретов. - Минск : БГУ, 1982. - 303 с. - Текст : непосредственный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Постановка и решение инженерных задач : методические указания для практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 13.03.01 подготовки 08.04.01 - Строительство, 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Э. В. Умеренкова, Е. В. Умеренков, Н. Е. Семичева. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 75 с. – Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

1. Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
2. Жилищное и коммунальное хозяйство
3. Жилищное строительство
4. Инженер
5. Инновации
6. История науки и техники
7. Научные и технические библиотеки (Сборник)
8. Промышленная энергетика
9. Экология и промышленность России.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для усвоения дисциплины

1. Электронная библиотека ЮЗГУ http://www.lib.swsu.ru/
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/library
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://www.biblioclub.ru
4. Научная электронная библиотека – elibrary.ru http://elibrary.ru
5. Информационно- поисковая система Роспатента http://www1.fips.ru
6. http://www.consultant.ru - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Моделирование теплоэнергетических процессов и установок» являются лекции и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента, закрепление учебного материала, приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты могут готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты материалов практических занятий, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Моделирование теплоэнергетических процессов и установок»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом нача-

ле работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций. Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В учебном процессе используются информационные технологии, основанные на данных электронных баз сети Internet, при этом используются следующие программные продукты: поисковые браузеры - Google Chrome, Internet Explorer, программы Microsoft office, Операционная система Windows, Антивирус Касперского.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

2 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и аудитории инфраструктурных теплоэнергетических систем, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Материально-техническое обеспечение дисциплины поддерживают:

1. Лабораторный стенд «Модель котельной»
2. Цифровой термометр ETI 2001
3. Установка для изучения теплоотдачи при течении жидкости в трубе. Установка для определения теплопроводности твердых тел Инфракрасный электронный термометр RAYMT4U Термометр СП-2-100/103
4. Термометр технический ТТЖ 200/103 Секундомер 538
5. Термометр технический ТТП 100/103
6. Теплообменное оборудование: кожухотрубчатые, пластинчатые теплообменники, промышленное оборудование филиала кафедры на ТЭЦ Северо–Запад ОАО «Квадра».

7. Макеты котельных установок и водоподготовки.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			
1	2	-	-	-	1	27.11.21	Приказ 1801 от 27.11.21 ук. мастер. ИЭС
2	2, 33	-	-	-	2	01.04.25	Приказ 119 от 04.02.2025 ук. мастер. ИТС

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета строительства и архитектуры
_____Е.Г.Пахомова
«28» 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование теплоэнергетических процессов и установок
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(шифр согласно ФГОС и наименование направления подготовки (специальности)

«Промышленная теплоэнергетика»
наименование профиля, специализации или магистерской программы)

форма обучения заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2021

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика» и на основании учебного плана направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «15» 06 2021 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», на заседании кафедры теплогазоводоснабжения« 22 » 06 2021 г. Протокол № 13 .

Зав. кафедрой ТГВ, к.т.н., доцент _____ Н.Е. Семичева

Разработчик программы к.т.н., доцент _____ Э.В. Умеренкова

Директор научной библиотеки _____ В.Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению вобразовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 « 15 » 06 2021 г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от 01.07.22 г, протокол № 14.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Семичева Н.Е.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению вобразовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 « 25 » 06 2021 г. на заседании кафедры от 30.06.2023 №14.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Семичева Н.Е

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению вобразовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 « 18 » 06 2022 г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения протокол № 14 от 18.06.2024.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.Е. Семичева

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01– Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «11» 02 2025 г., на заседании кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем, протокол № 14 от 30.06.2025 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

и.о. Зав. кафедрой _____ О.Н. Зайцев

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01– Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «11» 03 2026 г., на заседании кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем протокол № 16 от 30.06.2026 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ О.Н. Зайцев

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01– Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №_____ «___»_____20___г., на заседании кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01– Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №_____ «___»_____20___г., на заседании кафедры инфраструктурных теплоэнергетических систем_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1. Цель и задачи дисциплины. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Изучение знаний в области моделирования теплоэнергетических процессов и установок, в том числе физико-математического анализа, теоретического численного и экспериментального исследования, и формирование навыков применения знаний о моделировании процессов в профессиональной деятельности с целью выявления естественнонаучной сущности явлений в теплоэнергетических установках.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение естественнонаучных методов моделирования тепловых процессов, способов их применения к теплоэнергетических установкам;
- формирование умений и навыков применения методов моделирования в профессиональной деятельности;
- подготовка к участию в анализе, теоретических и экспериментальных исследованиях процессов теплоэнергетических установок.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
		УК- 2.2 Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	***Знать:*** - методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:*** - определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения
		УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети ***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** -основными приемамианализаплан-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач
		УК-2.4 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм ***Уметь:*** - определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - основными приемамиопре-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			деления имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
		УК-2.5 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	***Знать:*** - методы оценки решение постав-ленных задач в зоне своей ответственности ***Уметь:*** - оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности
ПК-5	Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе	ПК-5.1 Выполняет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Знать:*** - проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:*** - проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования
		ПК-5.2 Анализирует процесс выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:***

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			- анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе
		ПК-5.3 Контролирует соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	***Знать:*** - соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности
ПК-6	Способен управлять процессом эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	ПК-6.1 Применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей
		ПК-6.2 Применяет методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:***

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за практикой)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за практикой*	*Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			- методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии
		ПК-6.3 Использует методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей

1 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование теплоэнергетических процессов и установок» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули»») основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль, специализация) «Промышленная теплоэнергетика». Дисциплина изучается на 3 курсе.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2зачетных единиц (з.е.), 72академических часа.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	10.1
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	6
практические занятия	не предусмотрено
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	57.9
Контроль (подготовка к экзамену)	4
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
Курсовой проект	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

5 Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	- основные понятия метода математического моделирования; - общие подходы к построению математических моделей; - примеры построения математических моделей; - математические модели теплоэнергетической установки
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	- решение системы балансовых уравнений; - оптимальная последовательность расчета теплоэнергетической установки; - определение допустимого технического решения; - методы упрощенного представления сложных зависимостей
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	- общие методические положения; - определение теплофизических свойств воды и водяного пара
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	- постановка задачи; - методы оптимизации непрерывно изменяющихся параметров теплоэнергетических установок; - методы оптимизации дискретных параметров и вида тепловой схемы теплоэнергетической установки. Поиск глобального оптимума; - погрешность метода решения задач оптимизации. Некоторые выводы о выборе наиболее целесообразных методов оптимизации теплоэнергетических установок

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	- постановка проблемы; - методы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№ лаб.	№ практ.			
1	Тема 1. Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	2	1		У-1, 2, 3, 4 МУ-1	С – 8 Т – 8	УК-2 ПК-5 ПК-6
	Тема 2. Реализация математических моделей теплоэнергетических установок		2				
	Тема 3. Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел		3				
2	Тема 4. Методы оптимизации теплоэнергетических установок	2			У-1, 2, 3, 4 МУ-1	С – 16 Т – 16	УК-2 ПК-5 ПК-6
	Тема 5. Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования						

С – собеседование, Т – тест.

4.2 Лабораторные работы и практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторного занятия	Объем, час.
1	Математические модели теплоэнергетической установки	2
2	Решение системы балансовых уравнений	2
3	Определение теплофизических свойств воды и водяного пара	2
	ИТОГО	6

4.2.2 Практические занятия

Не предусмотрены

5.1 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	2 неделя	10
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	4 неделя	10
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	6 неделя	10
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	12 неделя	10
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	16 неделя	17,9
	ИТОГО		57,9

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплиныстуденты могут пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебным планом и настоящей рабочей программой дисциплины;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;
- путем разработки методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
- путем разработки заданий для самостоятельной работы;
- путем разработки вопросов к зачету;
- путем разработки вопросов к экзамену;
- путем разработки методических указаний к выполнению практических занятий.

типографией университета:

- помощью авторам в подготовке и изданию научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворением потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

7 Образовательные технологии

6.1Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи со специалистами ООО «Квадр» – компании по разработке и внедрению энергосберегающих технологий в строительстве, аттестованным негосударственным экспертом в области строительства, ОБУ «Проектный институт гражданского строительства, планировки и застройки городов и поселков «Курскгражданпроект».

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры. Содержание дисциплины способствует правовому, экономическому, профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высокого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, экономики и производства, а также примеры творческого мышления;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, и др.);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые образовательные технологии	Объем, час.
1	Лабораторная работа. Решение системы балансовых уравнений	Решение систем балансовых уравнений с помощью специализированных пакетов математического анализа на ЭВМ	2
2	Лабораторная работа. Определение теплофизических свойств воды и водяного пара	Определение свойств воды и водяного пара с использованием специализированных расчетных программных комплексов на ЭВМ	2

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые образовательные технологии	Объем, час.
	ИТОГО		4

8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоенияосновной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Правоведение Основы проектной деятельности Экономика энергетического предприятия		Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-5. Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе	Русский язык и деловое общение Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры Основы проектной деятельности	Безопасность жизнедеятельности Правоведение Культурология Управление личным временем (тайм-менеджмент) Конфликтология Экономическая культура и финансовая грамотность Иностранный язык	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Экономика энергетического предприятия Физическая химия. Основы водоподготовки Котельные установки и парогенераторы Нагнетатели и тепловые двигатели Тепломассообменное оборудование предприятий Источники и системы теплоснабжения Энергосбережение в теплоэнер-

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
			гетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Экологическая безопасность в теплоэнергетике Паровые и газовые турбины Проектирование систем очистки дымовых газов Системы обеспечения микроклимата предприятий теплоэнергетики Проектирование и эксплуатация термовлажностных и низкотемпературных технологических процессов Инженерные системы и оборудование предприятий теплоэнергетики
ПК-6. Способен управлять процессом эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	Высшая математика Физика Информатика Инженерная и компьютерная графика	Материаловедение и технология конструкционных материалов Теоретическая механика Прикладная механика Электротехника и электроника Гидрогазодинамика Тепломассообмен Техническая термодинамика Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Экономика энергетического предприятия Физическая химия. Основы водоподготовки Котельные установки и парогенераторы Нагнетатели и тепловые двигатели

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции и дисциплины (модули)и практики, при изучении/прохождении которых формируется компетенция		
	Начальный	Основной	Завершающий
		Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры	Тепломассообменное оборудование предприятий Источники и системы теплоснабжения Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Основы технической эксплуатации объектов теплоэнергетики Моделирование теплоэнергетических процессов и установок Энергоаудит предприятий теплоэнергетики Экологическая безопасность в теплоэнергетике Паровые и газовые турбины Проектирование систем очистки дымовых газов Системы обеспечения микроклимата предприятий теплоэнергетики Проектирование и эксплуатация термовлажностных и низкотемпературных технологических процессов Инженерные системы и оборудование предприятий теплоэнергетики

8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
УК-2 /основной	УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - некоторые подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - частично формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - некоторыми приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	***Знать:*** - основные подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере ***Уметь:*** - формулировать проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере ***Владеть:*** - основными приемами подходы формулировки проблемы, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта в полной мере
	УК- 2.2 Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	***Знать:*** - некоторыеметоды определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:***	***Знать:*** - методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Уметь:***	***Знать:*** - методы определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		- частично определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - некоторыми методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	- определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	***Уметь:*** - определять связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере ***Владеть:*** - методами определения связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения в полной мере
	УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети не в полном объеме ***Уметь:*** - частично анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** - некоторыми приемамианализаплан-графика реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставлен-	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети ***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач ***Владеть:*** - основными приемамианализаплан-графика реализации проекта в целом и выбора опти-	***Знать:*** - методику анализа схемы тепловых сетей, выполняет монтажные схемы по трассе тепловой сети в полном объеме ***Уметь:*** - анализировать план-график реализации проекта в целом и выбирать оптимальный способ решения поставленных задач на высоком уровне ***Владеть:*** - основными приемамианализа план-графика

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		ных задач	мального способа решения поставленных задач	реализации проекта в целом и выбора оптимального способа решения поставленных задач сети в полном объеме
	УК-2.4 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм не в полном объеме ***Уметь:*** - частично определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - некоторыми приемамиопределения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм ***Уметь:*** - определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы ***Владеть:*** - основными приемамиопределения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	***Знать:*** - методику определения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм в полном объеме ***Уметь:*** - определять имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы на высоком уровне ***Владеть:*** - основными приемамиопределения имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм в полном объеме
	УК-2.5 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения за-	***Знать:*** - некоторые методы оценки решение постав-ленных задач в зоне своей ответственности ***Уметь:***	***Знать:*** - методы оценки решение постав-ленных задач в зоне своей ответственности ***Уметь:***	***Знать:*** - методы оценки решение постав-ленных задач в зоне своей ответственности в полном объеме

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
	дач	- частично оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач ***Владеть:*** - некоторыми методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности	- оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности	***Уметь:*** - оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач на высоком уровне ***Владеть:*** - методами оценки решение поставленных задач в зоне своей ответственности в полном объеме
ПК-5*/основной/*	ПК-5.1 Выполняет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Знать:*** - частично проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - частично применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Владеть:***	***Знать:*** - достаточно проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - достаточно применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Знать:*** - полностью проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования ***Уметь:*** - полностью применяет проверку технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		- частично проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Владеть:*** - достаточно проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования	***Владеть:*** - полностью проверкой технического состояния котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования
	ПК-5.2 Анализирует процесс выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - частично анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - частично использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - частично анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - достаточно анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - достаточно использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - достаточно анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе	***Знать:*** - полностью анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Уметь:*** - полностью использовать анализ процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе ***Владеть:*** - полностью анализом процесса выработки теплоносителя котлами на газообразном и жидком топливе
	ПК-5.3 Контролирует соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	***Знать:*** - частично соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной	***Знать:*** - достаточно соблюдение персоналом требований охраны труда,	***Знать:*** - полностью соблюдение персоналом требований охраны труда,

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		и пожарной безопасности ***Уметь:*** - частично применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - частично методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - достаточно применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - достаточно методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	промышленной и пожарной безопасности ***Уметь:*** - полностью применять соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности ***Владеть:*** - полностью методами соблюдение персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности
ПК-5*/основной/*	ПК-6.1 Применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - частично методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - частично применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - частично методикой проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - достаточно методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - достаточно применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - достаточно методикой проверки технического	***Знать:*** - полностью методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - полностью применяет методы проверки технического состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Владеть:*** - полностью методикой проверки технического

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостиженийкомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
			состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей	состояния трубопроводов и оборудования тепловых сетей
	ПК-6.2 Применяет методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - частично методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - частично использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - частично методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - достаточно методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - достаточно использовать методы анализа и достаточно контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - достаточно методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии	***Знать:*** - полностью методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Уметь:*** - полностью использовать методы анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии ***Владеть:*** - полностью методикой анализа и контроля процесса передачи тепловой энергии
	ПК-6.3 Использует методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	***Знать:*** - частично методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - частично применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепло-	***Знать:*** - достаточно методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - достаточно применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и обору-	***Знать:*** - полностью методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей ***Уметь:*** - полностью применять методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и обору-

Код компетенции/ этап *(указывается название этапа из п.6.1*	Показатели оооценивания компетенций *(индикаторыдостижениякомпетенций, закрепленные за практкой)*	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		вых сетей ***Владеть:*** - частично методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	дования тепловых сетей ***Владеть:*** - достаточно методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	дования тепловых сетей ***Владеть:*** - полностью методами методику выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей

8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональнойобразовательной программы

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценива-ния
				Наименование	№№ заданий	
1	Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С1	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т1	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С1, Т1	
			Лабораторная работа	Тестирование	Т2	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С2, Т2	
2	Реализация математических моделей теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С2	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т2	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С2, Т2	
3	Определение физических свойств теплоносителей и рабочих тел	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С3	Согласно таблице 7.4
			Лабораторная работа	Тестирование	Т3	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С3, Т3	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С5, Т5	
4	Методы оптимизации теплоэнергетических установок	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С6	Согласно таблице 7.4
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С6, Т6	
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С7, Т7	
5	Проблемы обеспечения оптимальной надежности теплоэнергетических установок на стадиях разработки и проектирования	УК-2 ПК-5 ПК-6	Лекция	Собеседование	С8	Согласно таблице 7.4
			Самостоятельная работа	Собеседование, тестирование	С8, Т8	

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля успеваемости

Тест по разделу (теме) 1 «Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок».

1. Для подобия явлений необходимо:

A) тожественность уравнений B) подобие условий однозначности

C) тожественность уравнений и подобие условий однозначности
Д) тожественность уравнений и равенство критериев подобия

2. Функция обладает свойством гомогенности, если имеет вид:

A) $f = c \cdot x_1^{\alpha} \cdot x_2^{\beta} \cdot x_3^{\gamma} \cdot \ldots \cdot x_n^{\varepsilon}$ B) $f = x_1^{\alpha} + x_2^{\beta} + x_3^{\gamma} + \ldots + x_n^{\varepsilon}$

C) $f = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \ldots c_n x_n$ Д) $f = c_1\, c_2\, c_3 \ldots c_n\, f(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$

3. Установка ЭГДА состоит из двух основных частей:,

A) электрической схемы и контрольно-измерительных приборов
B) модели и электрической схемы C) модели и электролитной бумаги
Д) модели и ванны с электролитом

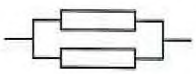
4. Утверждение о том, что необходимым и достаточным условием подобия является пропорциональность сходственных параметров, входящих в условия однозначности и равенство критериев подобия сопоставимых явлений – теорема подобия:

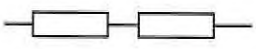
A) первая B) вторая C) третья Д) не является теоремой подобия

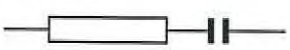
5. Число Нуссельта характеризует теплообмен:

A) на границах стенки B) на границе стенка-жидкость
C) между теплоносителями Д) кондуктивный

6. Электрический аналог одномерной модели стационарной теплопроводности через однослойную стенку имеет вид

A) 

B) 

C) 

Д)

Вопросы для собеседования по разделу (теме) 1«Методика построения математических моделей теплоэнергетических установок».

1. Что называют математическим моделированием?
2. Какие факторы определили расширение в последнее время областей применения математического моделирования в технике?
3. Что понимают под иерархией ММ по отношению к одному и тому же ТО?
4. Перечислите основные этапы математического моделирования технического объекта (ТО)
5. Что понимают под декомпозицией ММ ?

6. Дайте общее понятие алгоритма
7. Какими свойствами обладает алгоритм?
8. Какие формы записи алгоритмов вам известны?
9. Чем объясняется разнообразие форм записи алгоритма?
10. Как изображается алгоритм при блок-схемном описании?

Типовые задания для промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

-закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,

- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (проектных, технологических, производственных или ситуационных) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровеньсформированности компетенций.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– - положение П 02.016–2018 Обалльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

- указанные в списке литературы методические указания, используемые в образовательном процессе.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующий в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Формы контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	Балл	Примечания	Балл	Примечания
Лабораторные работы				
Математические модели теплоэнергетической установки	8	Выполнил, но не «защитил»	16	Выполнил и «защитил»
Решение системы балансовых уравнений	8	Выполнил, но	16	Выполнил и

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Формы контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	Балл	Примечания	Балл	Примечания
		не «защитил»		«защитил»
Определение теплофизических свойств воды и водяного пара	8	Выполнил, но не «защитил»	16	Выполнил и «защитил»
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
зачет	0		36	
ИТОГО	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,

-задание в открытой форме – 2 балла,

-- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Киреев, Владимир Иванович. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Изд. 4-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 441-443. - ISBN 978-5-8114-1888-6 : 1539.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Милых, Владимир Александрович. Численные методы : учебное пособие / В. А. Милых, Ю. А. Халин ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 156 с. - Библиогр.: с. 154-155. - Имеется электрон. аналог. - ISBN 978-5-7681-08 84-7 : 210.00 р. - Текст : непосредственный.
3. Милых, Владимир Александрович. Численные методы : учебное пособие : [для студентов 2 курса специальности 230700.62 «Прикладная информатика» при изучении дисциплины «Численные методы»] / В. А. Милых, Ю. А. Халин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет". - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 155 с. - Библиогр.: с. 154-155. - Имеется печ. аналог. - ISBN 978-5-7681-08 84-7. - Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский государственный университет им. Ломоносова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-94774-175-X : 250.00 р. - Текст : непосредственный.

2. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантолеев. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 480 с. : ил. - (Прикладная математика для ВТУЗов). - ISBN 978-5-06-0047 63-9 : 933.00 р. - Текст : непосредственный.

3. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2007. - 256 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Б. ц. - Текст : непосредственный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Постановка и решение инженерных задач : методические указания для практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 13.03.01 подготовки 08.04.01 - Строительство, 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Э. В. Умеренкова, Е. В. Умеренков, Н. Е. Семичева. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 75 с. – Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

1. Жилищное и коммунальное хозяйство
2. Жилищное строительство
3. Инженер
4. Инновации
5. История науки и техники
6. Научные и технические библиотеки (Сборник)
7. Промышленная энергетика
8. Экология и промышленность России.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для усвоения дисциплины

1. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»
2. http//e.lanbook.com/ Электронно-библиотечная система «Лань»
3. http://biblioclub.ru– Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
4. http://www.consultant.ru– Официальный сайт компании «Консультант Плюс».

10 Методические указания по усвоению дисциплины для обучающихся

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплинылабораторные занятия. Студент права пропускать занятия без уважительных причин.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента, закрепление учебного материала, приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Аудиторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных вучебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатамтестирования, собеседования, защиты материалов практических занятий, а также порезультатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы состудентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции,участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формыспособствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом началеработы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанноеследует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материалаявляется конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко ичетко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебногоматериала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины– закрепить теоретические знания, полученные впроцессе аудиторных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В учебном процессе используются информационные технологии, основанные на данных электронных баз сети Internet, при этом используются следующие программные продукты: поисковые браузеры GoogleChrome, InternetExplorer, программы Microsoftoffice, Операционная система Windows Антивирус Касперского.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий по инфраструктурных теплоэнергетических систем газоводоснабжения, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Материально-техническое обеспечение дисциплины поддерживают:

1. Мультимедиацентр: - ноутбук ASUS X50VL;- inFocusIN24+,
2. Тепловентилятор «Тропик» ТПЦ-5,
3. Термогигрометр ТГЦ-1У,
4. Анемометр АП-1,
5. Цифровой термометр ETI2001,
6. Тепловентилятор «Пушка» ЭТВ-3/220 (4905),
7. Инфракрасный электронный термометр RAYMT4U,
8. Установка для изучения теплоотдачи при течении жидкости в трубе,
9. Стенд лабораторный «Энергосберегающие технологии»,
10. Секундомер 538,
11. Лабораторная установка по отоплению (20902,12),
12. Измеритель влажности и температуры ETI 8711,
13. Приточная вентиляционная камера ZGK-140-206 кВт,
14. Манометр,

15. Термометр СП-2-100/103,
16. Гигрометр ВИТ-10+25,
17. Термометр технический ТТП 100/103,
18. ТепловизорIrisys 1011.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а такжесурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	29	-	-	-	1	27.11.2023	Приказ 1801 от 24.11.2023 уч. мастер ИЯС
2	29	-	-	-	1	01.09.25	Приказ 119 от 04.06.2025 уч мастер ИТС