

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Инженерно-технический институт

*Кафедра управления в технических системах
и инновационных технологий*

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

Б1.О.24 – ТЕПЛОФИЗИКА

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

Разработчик: канд. техн. наук, доцент  / А.И. Сафронов /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры управления в технических системах и инновационных технологиях
(протокол № 6 от « 01 » 02 2023 года).

Зав. кафедрой  / А.Г. Гороховский /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института
(протокол № 3 от « 15 » 02 2023 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

« 15 » 02 2023 года

Оглавление

1. Общие положения	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов	7
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа.....	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа.....	8
5.4. Детализация самостоятельной работы.....	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	11
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	12
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	12
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций.....	14
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	15
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17

1. Общие положения

Дисциплина «Теплофизика» относится к обязательной части блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Теплофизика» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. №245.
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17.11.2020 г. № 806н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 г. № 569н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)».
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 923 от 07.08.2020;
- Учебные планы ОПОП ВО 18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриата) по очной, очно-заочной и заочной формам обучения. Образовательная программа утверждена на заседании Учёного Совета ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет (протокол № 3 от 16.03.2023). С дополнениями и изменениями, утвержденными на заседании Учёного совета ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет (протокол от 20.04.2023 №4), введенными в действие приказом УГЛТУ от 28.04.2023 №302-А.

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) осуществляется на русском языке.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Целью изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студента, способного на основе математических и физических законов и методов осуществить обоснованный выбор и грамотный конструкторско-технологический анализ современного теплотехнического оборудования, придерживаясь принципов совершенствования технологических процессов, экономии и рационального использования энергоресурсов и применять полученные знания для решения задач профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

– сформировать у студентов знания основных законов получения, преобразования, передачи и использования тепловой энергии;

- познакомить с принципом действия и конструктивными особенностями теплотехнического оборудования, обеспечивающего минимизацию воздействия производства на окружающую среду;
- научить проводить конструкторско-технологический анализ современного теплотехнического оборудования и использовать полученные знания для решения задач профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- **ОПК-2.** Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности;
- **ПК-4.** Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы получения, передачи и преобразования тепловой энергии;
- принципы действия и области применения современного теплоэнергетического оборудования;
- методы эффективного использования теплоты с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду;
- методы и средства обеспечения экологической безопасности;

уметь:

- производить тепловые расчеты и измерения основных теплотехнических показателей процессов теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения;
- проводить конструкторско-технологический анализ эффективности методов генерации, передачи и использования тепловой энергии при решении задач профессиональной деятельности;
- разрабатывать технические решения по получению, преобразованию, передаче и использованию тепловой энергии при внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования;

владеть навыками:

- применения основных законов термодинамики и теплообмена при решении задач профессиональной деятельности;
- сравнительного анализа различных способов проведения процессов теплообмена при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательной части, что означает формирование в процессе обучения у обучающихся основных общепрофессиональных и профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

Обеспечивающие дисциплины	Сопутствующие дисциплины	Обеспечиваемые дисциплины
Математика	Дополнительные главы математики	Технология основных производств и промышленных выбросов
Физика	Дополнительные главы физики	Технология очистки сточных вод
	Прикладная механика	Технология водоподготовки

	Процессы и аппараты химической технологии	Технология рекуперации газовых выбросов
	Промышленная экология	Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха
		Расчеты химико-технологических процессов
	Применение информационных технологий в инженерных расчетах	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
		Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

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

Общая трудоемкость дисциплины

Виды учебной работы	Всего академических часов		
	очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
Контактная работа с преподавателем:	34,35	12,35	22,35
лекции (Л)	16	4	14
практические занятия (ПЗ)	18	-	8
лабораторные работы (ЛР)	-	8	-
иные виды контактной работы	0,35	0,35	0,35
Самостоятельная работа обучающихся	73,65	95,65	85,65
изучение теоретического курса	-	-	-
подготовка к текущему контролю	38	87	50
курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	35,65	8,65	35,65
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	3/108		

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛТУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием ответственного на них количества академических часов

5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Техническая термодинамика	6	4	-	10	12
2	Основы теории теплообмена	6	8	-	14	18
3	Промышленная теплотехника	4	6	-	10	8
Итого по разделам		16	18	-	34	38
Промежуточная аттестация					0,35	35,65
Всего:		108				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Техническая термодинамика	1	-	4	5	28
2	Основы теории теплообмена	2	-	4	6	42
3	Промышленная теплотехника	1	-	-	1	17
Итого по разделам		4	-	8	12	87
Промежуточная аттестация					0,35	8,65
Всего:		108				

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Техническая термодинамика	6	4	-	10	14
2	Основы теории теплообмена	4	4	-	8	18
3	Промышленная теплотехника	4	-	-	4	18
Итого по разделам		14	8	-	22	50
Промежуточная аттестация					0,35	35,65
Всего:		108				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

Раздел 1. Техническая термодинамика

Предмет теплотехники, связь с другими отраслями знаний. Основные понятия и определения технической термодинамики. Первый закон термодинамики, энтальпия, $p-v$ - диаграмма. Теплоемкость газов.

Второй закон термодинамики, энтропия, $T-s$ - диаграмма. Понятие о циклах, термический КПД цикла. Циклы Карно, холодильных машин, тепловых насосов. Основные термодинамические процессы идеальных газов. Реальные газы - водяной пар. Процессы парообразования в $p-v$, $T-s$ и $h-s$ - диаграммах. Влажный воздух.

Термодинамика открытых систем: уравнение первого закона термодинамики для потока, течение газа в соплах и диффузорах, дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Циклы теплосиловых установок: двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паротурбинных установок.

Раздел 2. Основы теории теплообмена

Виды и количественные характеристики переноса тепла. Теплопроводность: закон Фурье, коэффициент теплопроводности, передача тепла теплопроводностью через плоскую и цилиндрическую стенки.

Конвективный теплообмен: закон Ньютона - Рихмана, коэффициент теплоотдачи. Понятие теплового пограничного слоя и начального участка. Основные критериальные уравнения для расчета коэффициентов теплоотдачи.

Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества (кипение, конденсация). Передача тепла излучением: основные определения, законы Стефана - Больцмана и Кирхгофа, теплообмен излучением между двумя телами.

Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки, коэффициент теплопередачи. Методы интенсификации теплопередачи. Основы расчета теплообменных аппаратов: уравнения теплового баланса и теплопередачи, схемы движения теплоносителей, средний температурный напор. Типовые конструкции теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Промышленная теплотехника

Виды и характеристики топлива, основы горения. Котельные установки: классификация, принципиальная технологическая схема. Устройство парового котла. Охрана окружающей среды от вредных выборов котельных установок.

Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Типы и конструкции паровых и водогрейных котлов, основы водоподготовки. Тепловые электрические станции: принципиальные схемы конденсационной ТЭС и ТЭЦ.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия и лабораторные работы.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, ч		
			очная	заочная	очно-заочная
1	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет политропного процесса идеального газа	Практическое занятие	2	-	-
2	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет политропного процесса идеального газа	лабораторное занятие	-	2	2
3	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина	Практическое занятие	2	-	-
4	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина	лабораторное занятие	-	2	2
5	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет передачи тепла теплопроводностью через многослойную плоскую стенку	Практическое занятие	2	-	-
6	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет теплоотдачи при свободном движении жидкости	Практическое занятие	2	-	-
7	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет теплообменного аппарата	Практическое занятие	4	-	-
8	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет теплообменного аппарата	Лабораторное занятие	-	4	4

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, ч		
			очная	заочная	очно-заочная
9	Раздел 3. Промышленная теплотехника. Расчет производственно-отопительной котельной	Практическое занятие	6	-	-
Итого часов:			18	8	8

5.4. Детализация самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
1	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет политропного процесса идеального газа	Подготовка к опросу по теме практического занятия	6	14	6
2	Раздел 1. Техническая термодинамика. Расчет паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина	Подготовка к опросу по теме практического занятия	6	14	8
3	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет передачи тепла теплопроводностью через многослойную плоскую стенку	Подготовка к опросу по теме практического занятия	6	14	6
4	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет теплоотдачи при свободном движении жидкости	Подготовка к опросу по теме практического занятия	6	14	6
5	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Расчет теплообменного аппарата	Подготовка к опросу по теме практического занятия	6	14	6
6	Раздел 3. Промышленная теплотехника. Расчет производственно-отопительной котельной	Подготовка к опросу по теме практического занятия	8	17	18
7	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	35,65	8,65	35,65
Итого часов:			73,65	95,65	85,65

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1	Мелких, А.В. Теплофизика / А.В. Мелких. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 216 с. – ISBN 978-5-507-45407-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/302702 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2023	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
2	Вакулин, А.А. Инженерная теплофизика: [16+] / А.А. Вакулин; Тюменский государственный университет. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2019. – 28 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574427 . – Библиогр.: с. 23-24. – Текст: электронный.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	Смирнов, В.Г. Теплофизика: учебное пособие / В.Г. Смирнов, В.В. Дырдин, Т.Л. Ким. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – 171 с. – ISBN 978-5-00137-007-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/115162 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
Дополнительная учебная литература			
4	Вакулин, А.А. Температура и ее измерение в теплофизике: учебное пособие: [16+] / А.А. Вакулин; Тюменский государственный университет. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2018. – 88 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574433 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-400-01510-6. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника: учебное пособие / С.М. Тинькова. – Красноярск: СФУ, 2017. – 168 с. – ISBN 978-5-7638-3751-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: https://e.lanbook.com/book/117789 . – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6	Сборщиков, Г.С. Теплофизика и теплотехника: теплофизика: учебное пособие / Г.С. Сборщиков, С.И. Чибизова. – Москва: МИСИС, 2012. – 104 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/117249 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

* прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), универсальная база данных East View (ООО «ИВИС») <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12> , ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>).
2. Справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ (режим доступа: <http://www.garant.ru/company/about/press/news/1332787/>).
3. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (URL: <https://www.antiplagiat.ru/>).

Профессиональные базы данных

1. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Акционерное общество «Информационная компания «Кодекс» (<https://docs.cntd.ru/>). Режим доступа: свободный.
2. Официальный интернет-портал правовой информации (<http://pravo.gov.ru/>). Режим доступа: свободный
3. База полнотекстовых и библиографических описаний книг и периодических изданий (<http://www.ivis.ru/products/udbs.htm>). Режим доступа: свободный
4. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
5. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/> ;
6. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
7. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/> ;
8. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>

Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 30.12.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=51460506304105653232087527&cacheid=618FE8A01F3CE2A2127C47EF7B50C3B2&mode=splus&base=RZR&n=357154&rnd=61BB4DBDBB4934B5196112E78BCA831#1ylrpozekjs>
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ (ред. от 08.12.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=82378222807697057290023339&cacheid=2AA1E5C242A63283400C0CB75CA1BFAA&mode=splus&base=RZR&n=370329&rnd=61BB4DBDBB4934B5196112E78BCA831#1d3yq78x4ot>
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 14.06.2020. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=211626294608152263367298476&cacheid=4C3CCAF5034C6A2E2E4FEA685E43BD91&mode=splus&base=RZR&n=340343&rnd=61BB4DBDBB4934B5196112E78BCA831#77nt098coio>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Промежуточный контроль контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос на практических занятиях
ПК-4. Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования	Промежуточный контроль контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос на практических занятиях

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

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы экзамена (промежуточный контроль, формирование компетенций ОПК-2 и ПК-4):

«5» (*отлично*) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (*хорошо*) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (*удовлетворительно*) – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (*неудовлетворительно*) – бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценивания устного опроса на практических занятиях (текущий контроль, формирование компетенций ОПК-2 и ПК-4)

«5» (*отлично*) – дан полный ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (*хорошо*) – дан полный ответ на поставленный вопрос, в достаточной мере показано умение выделить существенные и несущественные признаки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (*удовлетворительно*) – дан неполный ответ. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (*неудовлетворительно*) – обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

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

Примеры контрольных вопросов к экзамену (промежуточный контроль)

1. Основные понятия технической термодинамики, параметры и уравнения состояния, термодинамический процесс.

2. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения.
3. Второй закон термодинамики, энтропия, T-s-диаграмма.
4. Круговые термодинамические процессы (прямые и обратные циклы). Цикл Карно. Термический КПД цикла.
5. Теплоемкость: определение, c_p и c_v и связь между ними.
6. Водяной пар как рабочее тело, закономерности парообразования.
7. Термодинамические процессы идеальных газов.
8. Термодинамика смеси идеальных газов. Влажный воздух.
9. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах.
10. Дросселирование газов и паров.
11. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.
12. Термодинамические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
13. Термодинамические циклы паротурбинных установок.
14. Термодинамический цикл газотурбинной установки.
15. Виды и количественные характеристики переноса тепла, понятие теплоотдачи и теплопередачи.
16. Передача тепла теплопроводностью: закон Фурье, физический смысл коэффициента теплопроводности.
17. Конвективный теплообмен: закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи и факторы, влияющие на его величину.
18. Тепловой пограничный слой и термический начальный участок.
19. Виды критериальных уравнений конвективного теплообмена. Физический смысл критериев подобия Nu , Re , Gr , Pr .
20. Теплоотдача при конденсации и кипении.
21. Передача тепла излучением: основные понятия и определения, закон Стефана-Больцмана.
22. Теплопередача и методы ее интенсификации, физический смысл коэффициента теплопередачи.
23. Уравнения теплового баланса теплообменных аппаратов «жидкость-жидкость» и «пар-жидкость».
24. Основы методики расчета теплообменных аппаратов.
25. Типовые конструкции теплообменных аппаратов.
26. Виды и характеристики энергетического топлива, основы горения.
27. Основные конструкции паровых и водогрейных котлов, их классификация по производительности.
28. Котельные установки: классификация, принципиальные технологические схемы.
29. Тепловой баланс котельного агрегата. КПД котла и КПД ТЭС.

Примеры контрольных вопросов к опросу на практических занятиях (текущий контроль)

- Что является основным фактором наличия теплового потока?
- От чего зависит направление теплового потока?
- Какими способами осуществляется перенос теплоты?
- Дайте определение теплового потока, плотности теплового потока, укажите их размерности.
- В чем заключается механизм конвективного теплообмена? В каких средах возможна конвекция?
- Как рассчитать тепловой поток, переносимый от среды к поверхности за счет конвекции?
- Что характеризует коэффициент теплоотдачи конвекцией? Какова его размерность?
- От каких факторов зависит α_k ?
- Учитывается ли теплопроводность при конвективном теплообмене? Поясните.
- Каковы причины возникновения свободной конвекции?

- Каковы причины возникновения вынужденной конвекции?
- Перечислите критерии конвективного теплообмена. Что характеризует каждый критерий?
- Какой критерий является определяемым и с какой целью его находят?
- Что является основным фактором наличия теплового потока?
- От чего зависит направление теплового потока?
- Какими способами осуществляется перенос теплоты?
- Дайте определение теплового потока, плотности теплового потока, укажите их размерности.
- В чем заключается механизм конвективного теплообмена? В каких средах возможна конвекция?
- Как рассчитать тепловой поток, переносимый от среды к поверхности за счет конвекции?
- Что характеризует коэффициент теплоотдачи конвекцией? Какова его размерность?
- От каких факторов зависит α_k ?
- Учитывается ли теплопроводность при конвективном теплообмене? Поясните.
- Каковы причины возникновения свободной конвекции?
- Каковы причины возникновения вынужденной конвекции?
- Перечислите критерии конвективного теплообмена. Что характеризует каждый критерий?
- Какой критерий является определяемым и с какой целью его находят?

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	«5» (отлично)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует отличные знания особенностей проведения конструкторско-технологического анализа современного теплотехнического оборудования; способен самостоятельно использовать математические, физические и физико-химические методы, а также учитывать современные тенденции развития техники и технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения.</p>
Базовый	«4» (хорошо)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовые знания особенностей проведения конструкторско-технологического анализа современного теплотехнического оборудования; способен использовать математические, физические и физико-химические методы, а также учитывать современные тенденции развития техники и технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения.</p>

Пороговый	«3» (удовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует пороговые знания особенностей проведения конструкторско-технологического анализа современного теплотехнического оборудования; способен под руководством использовать математические, физические и физико-химические методы, а также участвовать в решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения и учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности.</p>
Низкий	«2» (неудовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не знает особенностей проведения конструкторско-технологического анализа современного теплотехнического оборудования; не способен использовать математические, физические и физико-химические методы, а также не готов участвовать в решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения, не способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности.</p>

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

При самостоятельной работе студентов рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой и методическими указаниями. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

В процессе изучения дисциплины «Теплофизика» обучающихся основными видами самостоятельной работы являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим и лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

– подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

По всем непонятным вопросам обращаться за методической помощью к преподавателю. Своевременная и качественная подготовка и выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.

К экзамену допускаются студенты, которые выполнили все необходимые практические / лабораторные работы.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применение цифровых технологий в рамках преподавания дисциплины предоставляет расширенные возможности по организации учебных занятий в условиях цифровизации образования и позволяет сформировать у обучающихся навыки применения цифровых сервисов и инструментов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Для реализации этой цели в рамках изучения дисциплины могут применяться следующие цифровые инструменты и сервисы:

- для коммуникации с обучающимися: VK Мессенджер (https://vk.me/app?mt_click_id=mt-v7eix5-1660908314-1651141140) – мессенджер, распространяется по лицензии FreeWare;

- для планирования аудиторных и внеаудиторных мероприятий: Яндекс.Календарь (<https://calendar.yandex.ru/>) – онлайн календарь-планер, распространяется по лицензии ShareWare

- для совместного использования файлов: Яндекс.Диск – сервис для хранения и совместного использования документов, распространяется по лицензии trialware и @Облако (<https://cloud.mail.ru/>) – сервис для создания, хранения и совместного использования файлов, распространяется по лицензии trialware;

- для организации удаленной связи и видеоконференций: Mirapolis – система для организации коллективной работы и онлайн-встреч, распространяется по проприетарной лицензии и Яндекс.Телемост (<https://telemost.yandex.ru/>) – сервис для видеозвонков, распространяется по лицензии ShareWare.

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

– Лекционные занятия по дисциплине проводятся с использованием платформы LSM Moodle. При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.

– Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием методических указаний, нормативно-технической литературы. По некоторым темам проводится показ документальных фильмов.

– Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории – лаборатории Технической термодинамики.

Для дистанционной поддержки дисциплины используется система управления образовательным контентом Moodle. Для работы в данной системе все обучающиеся на первом курсе получают индивидуальные логин и пароль для входа в систему, в которой размещаются : программа дисциплины, материалы для лекционных и иных видов занятий , задания, контрольные вопросы.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с документами (планы, блок-схемы, технологические регламенты), ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством

использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое и лабораторное занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и лабораторно-практических методов обучения (выполнение расчетно-графических работ).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- операционная система Astra Linux Special Edition;
- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- пакет прикладных программ Р7-Офис.Профессиональный;
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License;
- операционная система Windows Server. Контракт на услуги по предоставлению лицензий на право использовать компьютерное обеспечение № 067/ЭА от 07.12.2020 года;
- система видеоконференцсвязи Mirapolis;
- система видеоконференцсвязи Пруффми;
- система управления обучением LMS Moodle – программное обеспечение с открытым кодом, распространяется по лицензии GNU Public License (rus);
- браузер Yandex (<https://yandex.ru/promo/browser/>) – программное обеспечение распространяется по простой (неисключительной) лицензии.

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

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторные занятия, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы, аудиторские скамьи, меловая доска; интерактивная доска, проектор
Помещение для лабораторных занятий	Лаборатория Технической термодинамики, оснащенная столами и стульями; рабочими местами, шкафами, необходимым оборудованием и ин-

	<p>струментами.</p> <p>Лабораторные установки: № 1 "Определение показателя адиабаты" № 2 "Определение изобарной теплоемкости воздуха" №3 "Определение теплоты парообразования воды").</p> <p>Лаборатория Теплообмена, оснащенная столами и стульями; рабочими местами, шкафами, необходимым оборудованием и инструментами.</p> <p>Лабораторные установки: №4 «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов и коэффициента теплопередачи» №5 «Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб» №6 «Исследование теплоотдачи при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве»).</p>
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования