

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.Б.22 – 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)

г. Екатеринбург, 2021

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

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры управления в технических системах и инновационных технологий
(протокол № 5 от «20» сентября 2021 года).

Зав. кафедрой  / А.Г. Гороховский /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института
(протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

«12» марта, 2021 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	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов	6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	6
5.2. Содержание занятий лекционного типа.....	6
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа.....	7
5.4. Детализация самостоятельной работы	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	9
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	9
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	10
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.....	11
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций	12
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	13
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	14

1. Общие положения

Дисциплина «Теплофизика» относится к дисциплинам базовой 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;
- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.
- 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 № 227 от 12.03.2015;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 20.06.2019) и утвержденный ректором УГЛТУ (20.06.2019).

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 инженера, способного осуществить обоснованный выбор и грамотную эксплуатацию современного теплотехнического оборудования на основе принципов совершенствования технологических процессов, экономии и рационального использования энергоресурсов.

Задачи дисциплины:

- дать представление о понятийном аппарате, основах технической термодинамики и её основных законах;
- научить методам теоретического расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел, теплоносителей и процессов теплообмена для объяснения явлений окружающего мира;
- выработать способность к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), полей температуры, базирующихся на этих моделях, методах экспериментального изучения процессов теплообмена.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще профессиональных компетенций:

- **ОПК-2** способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– **ОПК-3** способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные законы технической термодинамики и теплообмена, являющихся основой функционирования тепловых машин, аппаратов и их эффективности;
- рабочие процессы, протекающие в тепловых машинах, свойства рабочих тел и теплоносителей, законы и модели переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах;
- методы теоретического и экспериментального исследования процессов теплообмена;
- особенности физического и математического моделирования процессов переноса теплоты (массы), протекающие в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

уметь:

- выбирать и использовать естественнонаучные законы, закономерности и физико-математические модели для расчета и математического анализа процессов теплообмена в теплоэнергетических и теплотехнологических установках, методы оценки тепловой эффективности этих установок.

владеть:

- методами определения термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, расчета процессов и показателей тепловой экономичности в тепловых установках, физического и математического моделирования процессов теплообмена и расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей в элементах этих установок.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам базовой части, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных общепрофессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

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

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Математика	Прикладная механика	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
Физика		

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
Контактная работа с преподавателем:	34	12
Лекции (Л)	16	4
Практические занятия (ПЗ)	-	-

Лабораторные работы (ЛР)	18	8
Самостоятельная работа обучающихся	74	96
Изучение теоретического курса	30	40
Подготовка к текущему контролю	44	52
Подготовка к промежуточной аттестации	-	4
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость	3/108	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 отведенного 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	-	8	14	24
2	Основы теории теплообмена	6	-	10	16	36
3	Промышленная теплотехника	4	-	-	4	14
	Итого по разделам	16	-	18	34	74
	Промежуточная аттестация					-
	Всего:	108				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Техническая термодинамика	1		4	5	30
2	Основы теории теплообмена	2		4	6	42
3	Промышленная теплотехника	1		-	1	20
	Итого по разделам	4	-	8	12	92
	Промежуточная аттестация					4
	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 лабораторные работы.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, ч	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Техническая термодинамика. Определение изобарной теплоемкости воздуха	Лабораторное занятие	4	2
2	Раздел 1. Техническая термодинамика. Определение показателя адиабаты	Лабораторное занятие	2	1
3	Раздел 1. Техническая термодинамика. Определение теплоты парообразования воды	Лабораторное занятие	2	1
4	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов и коэффициента теплопередачи	Лабораторное занятие	2	2
5	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб	Лабораторное занятие	4	1
6	Раздел 2. Основы теории теплообмена. Исследование теплоотдачи при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве	Лабораторное занятие	4	1
Итого часов:			18	8

5.4. Детализация самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Техническая термодинамика	Подготовка к лабораторным работам	24	30
2	Раздел 2. Основы теории теплообмена	Подготовка к лабораторным работам	36	42

3	Раздел 3. Промышленная теплотехника	Подготовка к текущему контролю	14	20
4	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	-	4
Всего часов:			74	96

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

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1	Теплофизика: неравновесные процессы теплопереноса / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич, А.К. Федотов, А.И. Шнип. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 480 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560818 . – Библиогр.: с. 470-472. – ISBN 978-985-06-2941-8. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Байков, В.И. Теплофизика: термодинамика и статистическая физика / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 448 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560679 . – Библиогр.: с. 443-444. – ISBN 978-985-06-2785-8. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	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*
Дополнительная учебная литература			
4	Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС / С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 248 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442071 . – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.	2015	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Хаблянян, М.Х. Вакуумная техника: оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация: в 2 ч.: [16+] / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2016. – Ч. 2. Вакуумные насосы. – 300 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500916 . – Библиогр.: с. 283-284. – ISBN 978-5-7882-1977-6. – Текст: электронный.		

* 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 УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), 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».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> .
4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;
5. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>

Нормативно-правовые акты

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 года N 51-ФЗ. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10164072/>
2. Федеральный закон «О защите прав потребителей» от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 08.12.2020). – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=387321>
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102-ФЗ. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=352369>
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=383886>

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 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Промежуточный контроль: зачет в форме устного ответа на контрольные вопросы Текущий контроль: опрос по темам лабораторных работ

<p>ОПК-3 способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы</p>	<p>Промежуточный контроль: зачет в форме устного ответа на контрольные вопросы Текущий контроль: опрос по темам лабораторных работ</p>
---	---

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

Критерии оценивания устного ответа на зачете (промежуточный контроль, формирование компетенций ОПК-2 и ОПК-3):

зачтено – 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;

зачтено – 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;

зачтено – 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;

не зачтено – 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 ответа на вопросы к коллоквиуму по лабораторным работам (текущий контроль формирования компетенций ОПК-1):

зачтено – 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;

зачтено – 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;

зачтено – 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;

не зачтено – 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 зачету (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.

Пример вопросов, выносимых на опрос (текущий контроль)

- 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 a_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	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся способен на высоком уровне использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы, самостоятельно решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения</p>
Базовый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся способен на базовом уровне использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы, решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения</p>
Пороговый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся способен на пороговом уровне использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы, под руководством решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения</p>
Низкий	не зачтено	<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 способен использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы, не готов решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с процессами теплогенерации, теплообмена, теплоснабжения и энергосбережения</p>

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

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, лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету).

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 зачету допускаются студенты, которые выполнили все необходимые лабораторные работы.

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

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.
- Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории с использованием методических указаний, нормативно-технической литературы.
- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (MOODLE).

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с документами (планы, схемы, 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, лабораторные работы, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов

обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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, лабораторных работ, 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 занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Столы, аудиторные скамьи, меловая доска, интерактивная доска, проектор; переносное оборудование - ноутбук.
Помещение для лабораторных занятий	<p>Учебная лаборатория (Технической термодинамики) для проведения лабораторных занятий, оснащенная столами и стульями; рабочими местами, шкафами, необходимым оборудованием, инструментами и следующими лабораторными установками: № 1 "Определение показателя адиабаты", № 2 "Определение изобарной теплоемкости воздуха", №3 "Определение теплоты парообразования воды").</p> <p>Учебная лаборатория (Лаборатория Теплообмена) для проведения лабораторных занятий, оснащенная столами и стульями; рабочими местами, шкафами, необходимым оборудованием, инструментами и следующими лабораторными установками: №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>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
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