

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Теплоэнергетики»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры теплоэнергетики

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКА»

Направление: 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Технология переработки пищевого растительного сырья

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Эйзлер Алла Михайловна Дата подписания: 05.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Самаркина Екатерина Владимировна Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 09.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Тепло- и хладотехника» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний математических, естественных и технических наук	ОПК ОС-1.11

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.11	Применяет знание принципов работы тепло- и хладотехники при решении задач в профессиональной деятельности	Знать Основные законы термодинамики; методы оценки термодинамической эффективности процессов; циклы и устройства двигателей внутреннего сгорания; компрессоров, холодильных установок. процессы переноса тепла и основы теории теплообмена; применение теплоты в различных технологических процессах. Уметь Пользоваться таблицами теплофизических свойств газов; выполнять термодинамические расчеты газовых циклов, тепловые расчёты на основе законов теплопередачи; применять знания математики и законов физики, знание принципов работы тепло-и хладотехники. Владеть знаниями принципов работы тепло- и хладотехники и использовать их в профессиональной деятельности

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Тепло- и хладотехника» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Процессы и аппараты пищевых производств», «Технологическое оборудование пищевых производств»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	92	34	58
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Параметры состояния рабочего тела. Законы идеальных газов. Смеси газов	1	1					1, 2	14	Контрольн ая работа
2	Теплоемкость газов. Первый закон термодинамики Энтальпия газов . Исследование термодинамическ их процессов	2	1					1, 2	20	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Второй закон термодинамики. Круговые циклы. Энтропия. Компрессоры. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	3	2			1	2	1, 2, 3, 4	18	Контрольная работа
2	Холодильные установки. Идеальные циклы холодильных установок.	4	1			2	2	1, 3, 4	14	Устный опрос
3	Теплопроводность. Тема. Конвективный теплообмен. Теплопередача. Лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты	5	1			3	2	1, 2, 3, 4	16	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				6		52	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Параметры состояния рабочего тела. Законы идеальных газов. Смеси газов	Параметры состояния рабочего тела. Законы идеальных газов (Бойля- Мариотта, Гей- Люссака, Шарля, Авогадро). Закон Дальтона для газовой смеси. Способы задания смеси. Газовая постоянная и молекулярная масса смеси. Парциальное давление смеси.
2	Теплоемкость газов. Первый закон термодинамики. Энтальпия газов. Исследование термодинамических процессов	Изохорная и изобарная теплоемкости. Уравнение Майера. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газовой смеси. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Составляющие первого закона термодинамики. Физический смысл и формулы для определения энтальпии газов. Исследование изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного, политропного процессов.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Второй закон термодинамики. Круговые циклы.	Формулировки второго закона термодинамики. Прямой и обратный циклы Карно. Изменение энтропии в термодинамических процессах. T-S

	Энтропия. Компрессоры. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	диаграмма. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие в компрессорах. Цикл ДВС с подводом тепла при $V=\text{const}$ (цикл Отто), цикл с подводом тепла при $P=\text{const}$ (цикл Дизеля), смешанный цикл (цикл Тринклера).
2	Холодильные установки. Идеальные циклы холодильных установок.	Рабочие тела холодильных установок. Циклы пароконпрессорных, пароструйных компрессорных установок. Изображение циклов в T-s- диаграмме
3	Теплопроводность. Тема. Конвективный теплообмен. Теплопередача. Лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты	Основные понятия и определения теплопроводности. Закон Фурье. Теплопроводность различных стенок (плоской, цилиндрической). Закон Ньютона- Рихмана для конвективного теплообмена. Понятие о теории подобия. Уравнение теплопередачи. Сущность лучистого теплообмена. Основные законы лучистого теплообмена. Классификация теплообменных аппаратов. Тепловой расчет теплообменных аппаратов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Компрессоры. Двигатели внутреннего сгорания	2
2	Холодильные установки	2
3	Теплопроводность Конвективный теплообмен Теплопередача	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	14
2	Проработка разделов теоретического материала	20

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	24
2	Подготовка к контрольным работам	8
3	Подготовка к практическим занятиям	6
4	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: собеседование в диалоговом режиме_

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Захарьева Н. Г. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие / Н. Г. Захарьева, В. А. Начигин, 2013. - 171.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Методические указания и контрольные задания по самостоятельной работе для студентов специальности заочной формы обучения приведены в электронной системе обучения MOODL по дисциплине « Тепло-и хладотехника».

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Учебным планом студентов-заочников предусмотрено выполнение контрольной работы. Перед выполнением контрольной работы студенты самостоятельно изучают темы и Методические указания и варианты контрольной работы приведены в электронной системе MOODL.

2-1,2-2Пример задания: Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определим: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения.

Исходные данные: процесс- изохорный; t_{1n} , °C=2400; t_{2n} , °C=400; Газ- O₂;

P_1 , МПа=1; m =2кг.

3-1.Пример задания: Компрессор всасывает воздух при давлении 0,1 МПа и температуре 200 С и сжимает его изотермически до 0,8 МПа. Определить производительность V_K компрессора в м³/ч, если известно, что теоретическая мощность двигателя для привода компрессора равна 40,6 кВт. Найти также часовой расход охлаждающей воды, если ее температура при охлаждении цилиндра компрессора повышается на 100 С. Теплоемкость воды принять равной 4,19 кДж/кг.

Критерии оценивания.

Правильное решение всех задач контрольной работы

Усвоен теоретический материал по дисциплине. Решены все задачи контрольной работы.

6.1.2 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Преподаватель задает вопросы по заданным темам и проводит устный опрос в диалоговом режиме вопрос-ответ.

Пример задания:

Вопросы по заданной теме:

- 1.Какие рабочие тела применяются в холодильных установках?
- 2.Какие существуют циклы холодильных установок?
- 3.Какой цикл является идеальным циклом холодильной установки?
- 4.Назначение основных элементов холодильной установки.
- 5.Как осуществляется цикл паровой холодильной установки?

Критерии оценивания.

:Правильные ответы на поставленные вопросы

6.1.3 учебный год 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Учебным планом студентов-заочников предусмотрено выполнение контрольной работы. Перед выполнением контрольной работы студенты самостоятельно изучают темы и Методические указания и варианты контрольной работы приведены в электронной системе MOODL.

2-1,2-2Пример задания: Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определим: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения.

Исходные данные: процесс- изохорный; t_{1n} , °C=2400; t_{2n} , °C=400; Газ- O₂;

P_1 , МПа=1; m =2кг.

3-1.Пример задания: Компрессор всасывает воздух при давлении 0,1 МПа и температуре 200 С и сжимает его изотермически до 0,8 МПа. Определить производительность VK компрессора в м³/ч, если известно, что теоретическая мощность двигателя для привода компрессора равна 40,6 кВт. Найти также часовой расход охлаждающей воды, если ее температура при охлаждении цилиндра компрессора повышается на 100 С. Теплоемкость воды принять равной 4,19 кДж/кг.

Критерии оценивания.

Правильное решение всех задач контрольной работы

Усвоен теоретический материал по дисциплине. Решены все задачи контрольной работы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.11	Усвоен теоретический материал по дисциплине. Решены все задачи на практических занятиях. В срок выполнена контрольная работа. Способен использовать полученные	Устный опрос, решение задач, выполнение контрольной работы, зачет

	знания в профессиональной деятельности.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Перед сдачей зачета студенту необходимо выполнить и защитить контрольную работу, решить все задачи на практических занятиях. Самостоятельно изучить теоретическую часть дисциплины с использованием конспекта лекций, учебников, учебных пособий, рекомендованных преподавателем. Зачет проводится в устной форме. Преподаватель задает вопросы в рамках учебного материала и оценивает ответы на вопросы.

Пример задания:

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Значимость изучаемых в курсе тепловых процессов, теплового и холодильного оборудования, применяемого в данной отрасли.
2. Термические и калорические параметры состояния рабочего тела.
3. Основные законы и уравнение состояния идеального газа.
4. Взаимный пересчет массовой, мольной и объемной теплоемкостей.
5. Способы задания газовых смесей и формулы пересчета массовых, объемных и мольных долей.
6. Закон Дальтона.
7. Понятие парциального давления и приведенного объема.
8. Как определить молекулярную массу, газовую постоянную и теплоемкость газовой смеси, если она задана массовыми и объемными долями?
9. Как определить парциальное давление через массовые и объемные доли?
10. Объяснить сущность и дать основные формулировки первого закона термодинамики.
11. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через внутреннюю энергию и энтальпию.
12. Характеристика основных составляющих первого закона и расчетные формулы.
13. Физический смысл энтальпии и ее определение.
14. Основные термодинамические процессы изменения состояния газа.
15. Свойства диаграммы $p-v$ и изображение в ней всех термодинамических процессов.
16. Сущность и основные формулировки второго закона термодинамики.
17. Свойства диаграммы $T-s$ и изображение в ней всех термодинамических процессов.
18. Что такое круговой процесс и как оценить эффективность протекания прямых и обратных циклов?
19. Прямой и обратный циклы Карно в диаграмме $p-v$ и $T-s$ и их анализ.
20. Процессы парообразования в $P-v$, $T-s$, $h-s$ -диаграммах
21. Компрессоры. Одноступенчатое и многоступенчатое сжатие
22. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Циклы ДВС.
23. Циклы холодильных установок и изображение их в $T-s$ -диаграмме.
24. Основные способы переноса тепла.
25. Температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры.
26. Закон Фурье и его применение к телам простой геометрической формы.

27. Коэффициент теплопроводности.
28. Процесс теплоотдачи. Закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.
29. Основные критерии теплового подобия и их физический смысл.
30. Общий вид критериальных уравнений для свободной и вынужденной конвекции.
31. Природа испускания телом лучистой энергии и ее распространение.
32. Тепловой баланс лучистого теплообмена.
33. Законы: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.
34. Что называется теплопередачей? Расчетное уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.
35. Расчетные формулы теплопроводности различных стенок
36. Типы теплообменных аппаратов
37. Основные расчетные уравнения теплообменных аппаратов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Студент своевременно выполнил контрольную работу. Решил все задачи на практических занятиях. Демонстрирует знание основных законов и понятий тепло- и хладотехники. Способен применять знание принципов работы тепло- и хладотехники при решении задач в профессиональной деятельности	Студент не выполнил контрольную работу. Не решил задачи на практических занятиях. Не демонстрирует знание основных законов и понятий тепло- и хладотехники. Не способен применять знание принципов работы тепло- и хладотехники в профессиональной деятельности

7 Основная учебная литература

1. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие для неэнергетических специальностей вузов / В. В. Нащокин, 2009. - 468.
2. Захарьева Н. Г. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие / Н. Г. Захарьева, В. А. Начигин, 2013. - 171.
3. Теплотехника : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др., 2009. - 671.
4. Эйзлер А. М. Тепло- и хладотехника : Электронное обучение ИРНИТУ (Moodle) / А. М. Эйзлер, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, 2015. - 566.
2. Теплотехника : методические указания по самостоятельной работе для неэнергетических специальностей очной и заочной форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 48.
3. Теплотехника : учеб. для техн. специальностей вузов / [В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др.], 2002. - 671.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.) 2. Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
2. Экран SHARPMPION 206*274
3. Проектор SonyVPL-EX50 LCD
4. экран 213*280 моториз Projecta