


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Р.Ф. Хамидуллин
2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Тепло- и хладотехника»

Направление подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Профиль подготовки «Технология молока и молочных продуктов»

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма обучения заочная

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО

Курс, семестр очная форма 5 курс, 9 семестр

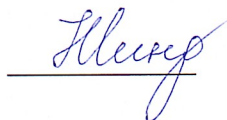
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	6	0,17
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	8	0,22
КСР	4	0,11
Самостоятельная работа	50	1,39
Форма аттестации	Зачет	0,11
Всего	72	2

Бугульма, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 936 от 11 августа 2020 г.) по направлению 15.03.02 «Продукты питания животного происхождения» для профиля «Технология молока и молочных продуктов», на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

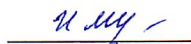
Доцент кафедры ТМО



Н.И. Миндиярова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 18.05.22 г. № 9

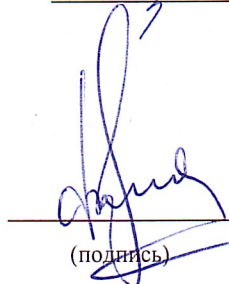
Зав. кафедрой ТМО, доцент



И.А. Мутугуллина

СОГЛАСОВАНО

Зав. кафедрой ХТОМ, профессор



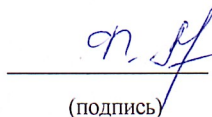
(подпись)

Хамидуллин Р.Ф.

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМО, доцент



(подпись)

Ахмедзянова Ф. К.

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тепло- и хладотехника» является:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов;
- б) подготовка специалистов, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепло- и хладотехника» относится к базовой части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Тепло- и хладотехника» бакалавр по направлению подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.16 «Процессы и аппараты пищевых производств»,
- б) Б1.О.17 «Общая и неорганическая химия»,
- в) Б1.О.20 «Физическая и коллоидная химия».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Термодинамика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

ОПК-3.1 Знает назначение основных процессов происходящих при производстве пищевых продуктов, устройство и принципы действия оборудования и аппаратов, применяемых для проведения процессов пищевых производств, способы снижения ресурсо-, материало- и энергоёмкости производств

ОПК-3.2 Умеет разрабатывать технологические процессы с обеспечением высокого уровня энергосбережения и использования новейших достижений техники, управлять параметрами пищевых производств, использовать автоматизированные системы управления процессами, выбирать необходимые устройства и машины применительно к конкретной задаче

ОПК-3.3 Владеет навыками выбора рационального способа ведения технологических процессов, расчета оптимальных параметров работы оборудования и аппаратов пищевых производств для обеспечения ресурсо-, материало-, энергосбережения и экологической безопасности производств

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;

2) Уметь:

- а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладоагентов и других веществ;
- б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;
- в) пользоваться термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии.

3) Владеть:

- а) принципами оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости».
 б) принципами, связанными с входом и выходом энергоносителей.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Основные понятия и определения термодинамики	9	1	-	-	0,5	5	Расчетная работа
2	Первый закон термодинамики.	9	1	-	3	0,5	7	Лабораторная работа, тестирование
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	9	1	-	-	0,5	5	Тестирование
4	Второй закон термодинамики	9	0,5	-	3	0,5	7	Лабораторная работа, тестирование
5	Реальные газы	9	0,5	-	2	0,5	6	Лабораторная работа, тестирование
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	9	0,5	-	-	0,5	5	Собеседование, тестирование
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	9	0,5	-	-	0,5	5	Расчетная работа, тестирование
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	9	0,5	-	-	0,25	5	Тестирование, собеседование
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	9	0,5	-	-	0,25	5	Итоговое тестирование
ИТОГО			6	-	8	4	50	
Форма аттестации								Зачет (4ч.)

5. Содержание лекционных занятий

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	1	Предмет термодинамики	Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Теплоемкость.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
2	Первый закон термодинамики.	1	Первый закон термодинамики	Формулировки первого закона термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы. Уравнение	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

				первого закона термодинамики для потока	
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	1	Основные термодинамические процессы	Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Изотермический процесс. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Адиабатный процесс. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического изобарного, изохорного и адиабатного процессов. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
4	Второй закон термодинамики	0,5	Второй закон термодинамики	Положение второго закона термодинамики. Циклы прямые и обратные. Цикл Карно. Теорема Карно. Интеграл Клаузиуса. Энтропия, термодинамическое тождество. Энтропия и термодинамическая вероятность. $T - S$ диаграмма. Изображение на TS -диаграмме основных процессов. TS -диаграмма для идеального газа. Цикл Карно на TS -диаграмме	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
5	Реальные газы	0,5	Реальные газы и пары	Понятие о фазовом переходе. Уравнение состояния реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса). Вириальные уравнения состояния реальных газов. Парообразование при постоянном давлении. Тройная точка. Фазовые переходы.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	Термодинамика потока. Течение газов	Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при наличии трения	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод компрессора. Действительный компрессор. Многоступенчатый компрессор	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	0,5	Термодинамические циклы	Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания. Цикл ГТУ с использованием теплоты реакций химических процессов. Изображение цикла в PV - и TS -диаграммах.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	0,5	Термодинамические циклы	Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на к.п.д. цикла. Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

				Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин.	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

Таблица 3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Первый закон термодинамики	3	Определение отклонения теплоемкости воздуха	Для изучения термодинамических процессов, в которых рабочим телом является воздух. Для определения коэффициента Пуассона используется метод Клемана-Дезорма. В установке обеспечена возможность применения двух методов.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
2	Второй закон термодинамики	3	Определение удельной теплоемкости воздуха	Для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. В работе измеряется электрическая мощность, подводимая к нагревателю проточной части калориметра, температура воздуха на входе и выходе калориметра, объемный расход воздуха.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
3	Реальные газы	2	Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе	Для изучения процесса сушки хлопчатобумажной ткани в теплоизолированном сосуде (сушильной камере) горячим потоком воздуха измеряется объемный расход воздуха в калорифер. Измеряется влажность воздуха на входе и выходе сушильной камеры. Измеряется температура воздуха на входе.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

8. Самостоятельная работа бакалавра

Таблица 4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	5	Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
2	Первый закон термодинамики.	7	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	5	Проработка материала, подготовка к тестированию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
4	Второй закон	7	Проработка материала, подготовка к	ОПК-3.1,

	термодинамики		лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-3.2, ОПК-3.3
5	Реальные газы	6	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	5	Проработка материала подготовка к собеседованию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	5	Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	5	Проработка материала. Подготовка к собеседованию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	5	Проработка материала. Подготовка к опросу на лекции, подготовка к итоговому тестированию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

Таблица 5

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	0,5	Прием расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
2	Первый закон термодинамики.	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	0,5	Проверка результатов тестирования	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
4	Второй закон термодинамики	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
5	Реальные газы	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	Проверка результатов тестирования	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	0,25	Проработка материала. Подготовка к тестированию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	0,25	Проработка материала, подготовка к коллоквиуму и итоговому тестированию	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Тепло- и хладотехника» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 7-ый семестр завершается проставлением зачета и соответствующего ему числа баллов (60÷100).

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение и защита лабораторных работ, расчетные работы, тестирование, собеседование, итоговое тестирование. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	3	15	24
Расчетная работа	2	20	30
Тест	3	15	26
Собеседование	2	10	20
Зачет			
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Тепло- и хладотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 264 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05093-6	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: https://urait.ru/bcode/490729
2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05094-3	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: https://urait.ru/bcode/490731
3. Мутугуллина, И. А. Техническая термодинамика. Курс лекция: учебное пособие / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2017. - 127 с	30
4 Мутугуллина, И. А. Техническая термодинамика. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2020. - 30 с	30

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Белов, Г. В. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05091-2.	ЭБС Юрайт . — URL: https://urait.ru/bcode/451532 Доступ из любой точки Интернет после регистрации

	с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 248 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3.	Электронная библиотека «Юрайт». http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205E . Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ «КНИТУ»
3. Мутугуллина, И. А. Практические занятия по технической термодинамике: методические указания / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2014. - 24 с.	26

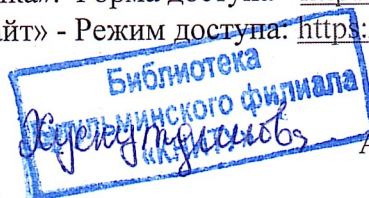
11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Термодинамика» использование электронных источников информации:

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ZNANIUM.COM» - режим доступа: <http://znanium.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
4. Электронный ресурс «Физическая энциклопедия». Форма доступа - http://femto.com.ua/articles/part_2/4051.html
5. Электронный ресурс «Наука и техника». Форма доступа - http://encyclopaedia.big.ru/enc/science_and_technology/TERMODINAMIKA.html
6. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>
7. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

Согласовано:

Библиотека БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»



А.В. Хуснутдинова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;
2. Доска;
3. Стол преподавателя;
4. Компьютерные столы, стулья;

Техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ);
2. Сеть Интернет;
3. Мультимедиа-проектор.
4. Установка для изучения термодинамических процессов во влажном воздухе
5. Установка для определения удельной теплоемкости воздуха
6. Установка для определения отклонения теплоемкости воздуха.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер;
2. Столы компьютерные;
3. Учебные столы, стулья.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины

«Техническая термодинамика и теплотехника»:
MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;
MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;
Операционные системы, установленные на компьютерах;
Командная строка операционной системы.

13. Образовательные технологии

- Лекции с разбором конкретных ситуаций, с заранее запланированными ошибками.
- При чтении лекций используется мультимедиа-проектор.
- Лабораторные занятия (расчетные работы).
 - При организации самостоятельной работы используется самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, практикумам).

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Тепло- и хладотехника»
пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от __ . ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО

1.