

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 27.06.2022 15:42:26  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Технологии и общетехнических дисциплин*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

***Б1.В.08 Техническая термодинамика***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

***18.03.01***  
код

***Химическая технология***  
наименование направления

Программа

***Химическая технология синтетических веществ***

Форма обучения

***Очная***

Для поступивших на обучение в  
***2021 г.***

Разработчик (составитель)

***к.т.н., доцент***

***Белобородова Т. Г.***

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>4</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>7</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>8</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	9

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-2. Выполнение работ по комплексному контролю продукции и технологических процессов производства наноструктурированных композиционных материалов	ПК-2.1. Анализирует и рассчитывает основные характеристики химического процесса по получению синтетических веществ	Обучающийся должен: знать устройство и принцип действия тепловых машин и аппаратов; виды топлива и источники энергии, экологические вопросы энергетики; основные законы теплообмена.
	ПК-2.2. Осуществляет контроль продукции на разных этапах технологического процесса	Обучающийся должен: уметь ставить и решать задачи получения, преобразования и использования теплоты для различных технологических процессов; работать со справочной литературой.
	ПК-2.3. Способен произвести расчет технологических параметров для заданного процесса.	Обучающийся должен: владеть навыками решения прикладных термодинамических задач.

**2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, физическая химия.

Цели изучения дисциплины:

1. Создание условий для формирования знаний законов получения, преобразования и переноса теплоты, устройства и принципа действия тепловых машин и агрегатов.
2. Создание условий для формирования навыков теплотехнических расчетов, работы со справочной литературой.
3. Развитие технического мышления.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зач. ед., 108 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических (семинарских)	32
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	59,8

Формы контроля	Семестры
зачет	4

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

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СР
		Контактная работа с преподавателем			СР	
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
3.4	Антропогенное влияние энергетики на окружающую среду.	0	0	0	5,8	
3.3	Источники энергии топливные ресурсы.	0	0	0	5	
3.2	Теплоэнергетические установки: компрессорные, холодильные, газотурбинные установки.	0	4	0	6	
3.1	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	2	4	0	6	
2.2	Конвективный теплообмен и излучение.	2	4	0	6	
2.3	Сложный теплообмен. Расчет теплообменных аппаратов.	2	4	0	6	
2.1	Способы распространения тепла и виды теплообмена. Теплопроводность.	2	2	0	5	
<b>2</b>	<b>Теория теплообмена</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	
1.4	Водяной пар и термодинамические циклы паросиловых установок.	2	4	0	5	
1.3	Круговые процессы. Второй закон термодинамики	2	4	0	5	

1.2	Первый закон термодинамики и его приложение к термо-динамическим процессам.	2	4	0	5
1.1	Основные понятия термодинамики.	2	2	0	5
<b>3</b>	<b>Термодинамические циклы тепловых двигателей и установок. Экологические проблемы энергетики.</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>22,8</b>
<b>1</b>	<b>Техническая термодинамика</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>59,8</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3.2	Теплоэнергетические установки: компрессорные, холодильные, газотурбинные установки.	Практическое занятие №15, 16. Расчет основных параметров циклов холодильных и компрессорных установок.
3.1	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	Практическое занятие №13,14. Расчет основных параметров циклов ДВС.
2.2	Конвективный теплообмен и излучение.	Практическое занятие № 9, 10. Расчет конвекции при свободном движении воздуха.
2.3	Сложный теплообмен. Расчет теплообменных аппаратов.	Практическое занятие № 11, 12. Расчет процесса теплопередачи и площади поверхности теплообменного аппарата.
2.1	Способы распространения тепла и виды теплообмена. Теплопроводность.	Практическое занятие №8. Теплопроводность в плоских однослойных и многослойных стенках.
<b>2</b>	<b>Теория теплообмена</b>	
1.4	Водяной пар и термодинамические циклы паросиловых установок.	Практическое занятие № 6, 7. Графоаналитический метод расчета процессов с водяным паром.
1.3	Круговые процессы. Второй закон термодинамики	Практическое занятие №4, 5. Второй закон термодинамики и его следствия.
1.2	Первый закон термодинамики и его приложение к термо-динамическим процессам.	Практическое занятие №2 Вычисление тепловых функций состояния рабочего тела: изменения энтальпии, энтропии, внутренней энергии. Практическое занятие №3 Термодинамические процессы с идеальным газом.
1.1	Основные понятия термодинамики.	Практическое занятие №1 Основные параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
<b>3</b>	<b>Термодинамические циклы тепловых двигателей и установок. Экологические проблемы энергетики.</b>	
<b>1</b>	<b>Техническая термодинамика</b>	

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3.1	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	Циклы ДВС. Двигатель внутреннего сгорания, теоретическая диаграмма идеального двигателя. Рабочий ход поршня, верхняя мертвая точка, нижняя мертвая точка, камера сгорания, внутреннее смесеобразование, внешнее смесеобразование. Цикл Дизеля, цикл Отто, цикл Тринклера. Степень сжатия, степень повышения давления, коэффициент предварительного расширения. Сравнение циклов ДВС, недостатки ДВС.
2.2	Конвективный теплообмен и излучение.	Общие понятия и определения. Основы теории подобия. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплообмен излучением. Оптические свойства тел. Степень черноты. Основные законы теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана.
2.3	Сложный теплообмен. Расчет теплообменных аппаратов.	Сложный теплообмен. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Классификация теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Расчет теплообменных аппаратов.
2.1	Способы распространения тепла и виды теплообмена. Теплопроводность.	Способы переноса тепла. Теплообмен, теплопроводность, конвекция, свободная конвекция, вынужденная конвекция, излучение. Изотермическая поверхность, коэффициент теплопроводности. Основной закон теплопроводности. Теплопроводность плоской однослойной стенки при стационарном режиме. Теплопроводность плоской многослойной стенки при стационарном режиме. Теплопроводность цилиндрической стенки при стационарном режиме.
<b>2</b>	<b>Теория теплообмена</b>	
1.4	Водяной пар и термодинамические циклы паросиловых установок.	Водяной пар, испарение, кипение, сухой насыщенный пар, перегретый пар. Процесс парообразования на Pv-диаграмме. Энтальпия водяного пара. Ts-, Is-диаграммы водяного пара. Графоаналитический расчет процессов с водяным паром. Паротурбинная установка. Цикл Ренкина, цикл Карно. Типы паровых турбин.
1.3	Круговые процессы. Второй закон термодинамики	Круговые процессы. Полезная работа, полезная теплота. Цикл теплового двигателя. Цикл холодильной установки. I закон термодинамики для круговых процессов. Цикл Карно. II закон термодинамики. Теплоотдатчик, теплоприемник. Вечный двигатель второго рода. Термический КПД цикла.
1.2	Первый закон термодинамики и его приложение к термодинамическим процессам.	Вычисление работы деформации газа. Теплоемкость. Удельная теплоемкость, молярная теплоемкость. Изохорная теплоемкость. Изобарная теплоемкость. Вычисление теплоты. Внутренняя энергия. Термодинамические процессы: изометрический, изобарный, изохорный, адиабатный, политропный. Энтальпия, энтропия, I закон термодинамики.

		Измерение внутренней энергии рабочего тела. Анализ термодинамических процессов. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы, изображение в координатах $pV$ и $TS$ . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермный и адиабатный и их исследование на основе первого закона термодинамики.
1.1	Основные понятия термодинамики.	Техническая термодинамика. Теория теплообмена. Тепловые машины. Теплоэнергетические установки. Идеальный газ. Термодинамическая система, рабочее тело, термодинамические процессы. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамическая система изолированная, адиабатная, закрытая, открытая, теплота и работа, параметры, параметры состояния, равновесный процесс, неравновесный процесс, удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура. Смеси идеальных газов.
3	<b>Термодинамические циклы тепловых двигателей и установок. Экологические проблемы энергетики.</b>	
1	<b>Техническая термодинамика</b>	

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№ пп	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельного рассмотрения	Форма контроля
1	2	3	5
1	<b>Техническая термодинамика</b>	<p>Параметры состояния рабочего тела. Физическое состояние рабочих тел. Идеальный газ. Уравнение состояния для однородного идеального газа. Обратимые и необратимые процессы. Теплоемкость газа.</p> <p>Вычисление работы деформации газа. Вычисление теплоты. Внутренняя энергия. Термодинамические процессы: изометрический, изобарный, изохорный, адиабатный, политропный. Энтальпия, энтропия, I закон термодинамики. Измерение внутренней энергии рабочего тела.</p> <p>Анализ термодинамических процессов. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы, изображение в координатах <math>pV</math> и <math>TS</math>. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермный и адиабатный и их исследование на основе первого закона термодинамики.</p> <p>Циклы тепловых и холодильных установок. Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики для изолированной системы. <math>Ts</math> – диаграмма. Цикл Карно.</p> <p>Паротурбинные установки. Циклы Карно и Ренкина для водяного пара.</p>	Проверка знаний во время контрольных срезов, защиты СКР, зачет

2	<b>Теория теплообмена</b>	Теплопроводность плоской многослойной стенки при стационарном режиме. Теплопроводность цилиндрической стенки при стационарном режиме. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки при стационарном режиме. Теплообмен излучением. Оптические свойства тел. Степень черноты. Основные законы теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Сложный теплообмен. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Классификация теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Расчет теплообменных аппаратов.	Проверка знаний во время контрольных срезов,  защита СКР, зачет
3	<b>Раздел 3. Термодинамические циклы тепловых двигателей и установок. Экологические проблемы энергетики.</b>	<p>Цикл со смешанным подводом теплоты. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания.</p> <p>Компрессорные установки. Мощность привода и КПД компрессора. Многоступенчатый компрессор. Холодильные машины. Принципиальные схемы. Принцип действия. Идеальные циклы. Газотурбинные установки: циклы, схемы, параметры характерных точек цикла Брайтона, энергетические характеристики цикла, способы повышения КПД.</p> <p>Классификация органических топлив по агрегатному состоянию. Характеристика топлива. Физический процесс горения топлива. Моторные топлива для поршневых ДВС. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы. Солнечная, ветровая, геотермальная энергия, энергия воды и т.п. Перспективы развития энергетики.</p> <p>Основные загрязнители окружающей среды от энергетики. Антропогенное загрязнение атмосферы. Антропогенное загрязнение гидросферы. Антропогенное влияние на тепловой баланс Земли.</p>	Проверка знаний во время контрольных срезов,  защита СКР, зачет

*Список учебно-методических материалов для самостоятельного изучения:*

1. Белобородова Т.Г. Техническая термодинамика. Электронный учебный курс. – Режим доступа к ресурсу: <https://moodle.strbsu.ru/course/view.php?id=2726> (дата обращения: 21.06.21).

2. Белобородова Т.Г. Теоретические основы гидравлики и теплотехники: Учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «050100.62 – Педагогическое образование», профиль «Технология». – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2014. – 229 с.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Кудинов В.А., Карташев Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теп-лопередача. Учебника для бакалавров. Юрайт, изд. 3-е, 2014. - 566с. – 20 экз.
2. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб.пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова ; Издательство "Лань" (ЭБС). – Изд. 2-е, стер. – Санкт-

Петербург: Лань, 2012. – 208 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – URL: [https://e.lanbook.com/book/3900#book\\_name/](https://e.lanbook.com/book/3900#book_name/) (19.06.21).

**Дополнительная учебная литература:**

1. 1. Белобородова Т.Г., Мулюкова Г.П. «Теплотехника»: учеб. пособия для студентов 3-х курсов пед. вузов спец. «Технология и предпринимательство». – Стерлитамак: Изд. СГПА, 2006. – 120 с. – 15 экз.
2. 2. Теплотехника: Учебник / Ю.П. Семенов, А.Б. Левин - 2 изд. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 400 с.: – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=470503> (21.06.21).

**6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
-------	---