


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры ТХиМ  
протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой  /Мухамедзянова А.А.

 /Баннова А. В.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина

**Основы термодинамики и тепломассообмена**

Часть, формируемая участниками образовательных отношений,  
дисциплина по выбору – Б1.В.ДВ.02.02

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

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

Направленность (профиль) подготовки

Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии

квалификация  
бакалавр

Форма обучения  
Очная, заочная

Разработчик (составитель)  
доцент, к.х.н.



/ Мурзагулова Э.И.

Для приема 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: доцент кафедры ТХиМ, канд. хим. наук Мурзагулова Э.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой



/ Мухамедзянова А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

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

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать: - законы, понятия и положения основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; - термодинамические процессы и основы их анализа; - основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; - способы управления параметрами теплообмена.
		ИОПК-2.2 Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Уметь: - оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; - рассчитывать показатели, параметры теплообмена; - анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в технологических процессах.
		ИОПК-2.3 Владеет методами основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования,	Владеть: - методами анализа эффективности термодинамических процессов производства; - навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материала

		теоретического и экспериментального исследования	лов; - методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов.
--	--	--	---

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Основы термодинамики и теплообмена*» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Целями преподавания дисциплины «*Основы термодинамики и теплообмена*» являются: изучение студентами законов термодинамики и преобразования энергии, основных законов и методов расчета тепло- и массопереноса в различных устройствах, применяющихся в технологических процессах, а также знакомство с энергетическими и экологическими проблемами использования и производства теплоты.

Содержание курса направлено на изучение и последующее применение студентами системы фундаментальных знаний в области получения и использования тепловой энергии, необходимых для последующей подготовки специалиста, способного к эффективному решению практических задач производства.

Курс также предусматривает формирование у студентов общего естественнонаучного мировоззрения, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

В задачи данного курса входит: изучить основные законы термодинамики, теплообмена, овладеть методами использования тепла в различных областях промышленности и производства.

Дисциплина «*Основы термодинамики и теплообмена*» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю подготовки «Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии». Она находится в логической взаимосвязи с другими частями ОП. Используется приобретенная в результате освоения дисциплин, входящих в базовую часть ОП способность к обобщению научных результатов, к обработке данных эксперимента, работе с отечественными и зарубежными научными источниками. Навыки в информатике, владение математическим инструментом применяются при решении научно-исследовательских задач.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, физика, прикладная механика.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

ОПК-2 – Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ИОПК-2.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать: - законы, понятия и положения основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; - термодинамические процессы и основы их анализа; - основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; - способы управления параметрами теплообмена	Не знает законы, понятия и положения основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; термодинамические процессы и основы их анализа; основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; способы управления параметрами теплообмена	Знает законы, понятия и положения основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; термодинамические процессы и основы их анализа; основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; способы управления параметрами теплообмена
ИОПК-2.2 Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Уметь: - оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; - рассчитывать показатели, параметры теплообмена; - анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в технологических процессах	Не умеет оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; рассчитывать показатели, параметры теплообмена; анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в технологических процессах	Умеет оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; рассчитывать показатели, параметры теплообмена; анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в технологических процессах

<p>ИОПК-2.3 Владеет методами основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Владеть: - методами анализа эффективности термодинамических процессов производства; - навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов; - методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов</p>	<p>Не владеет методами анализа эффективности термодинамических процессов производства; навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов; методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов</p>	<p>Владеет методами анализа эффективности термодинамических процессов производства; навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов; методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов</p>
---	---	---	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ИОПК-2.1 Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Знать: - законы, понятия и положения основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; - термодинамические процессы и основы их анализа; - основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; - способы управления параметрами теплообмена</p>	<p>Устный опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление РГР</p>
<p>ИОПК-2.2 Умеет использовать основ-</p>	<p>Уметь: - оценивать параметры состоя-</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы, оформление РГР</p>

<p>ные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>ния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать показатели, параметры теплообмена;</li> <li>- анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в технологических процессах</li> </ul>	
<p>ИОПК-2.3 Владеет методами основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа эффективности термодинамических процессов производства;</li> <li>- навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов;</li> <li>- методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов</li> </ul>	<p>Устный опрос, контрольные работы, оформление РГР</p>



### Рейтинг – план дисциплины

Основы термодинамики и тепломассообмена

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

Направленность (профиль) подготовки: Рациональное использование материальных ресурсов в химической технологии природного сырья  
курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1: экологический мониторинг как основной метод контроля состояния окружающей среды</b>				
<b>Текущий контроль:</b>				<b>25</b>
1. Аудиторная работа: активная работа на семинарах, решение задач	1	5	0	5
2. Коллоквиум	10	2	10	20
<b>Рубежный контроль:</b>				<b>25</b>
1. Письменная контрольная работа	25	1	20	25
<b>Модуль 2: классификация мониторинга по пространственным масштабам</b>				
<b>Текущий контроль:</b>				<b>25</b>
1. Аудиторная работа: активная работа на семинарах, решение задач	1	5	0	5
2. Коллоквиум	10	2	10	20
<b>Рубежный контроль:</b>				<b>25</b>
1. Письменная контрольная работа	25	1	20	25
<b>Поощрительные баллы:</b>				<b>10</b>
Реферат	10	1	4	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет				
<b>Всего:</b>				<b>110</b>

## Устный опрос

В ходе устного опроса осуществляется беседа преподавателя со студентом по вопросам пройденной темы, с целью определения знаний студента. Устный опрос может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов.

### Примерные вопросы к устному опросу:

3. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения.
4. Тепломассообменные процессы литейной промышленности.
5. Основные элементарные процессы теплообмена.
6. Теплопроводность.
7. Методы теплоизоляции теплотехнического оборудования.
8. Теплоизолирующие материалы применяемые в пищевой промышленности.
9. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.
10. Коэффициент теплоотдачи.
11. Способы интенсификации теплообмена.
12. Тепловое излучение. Применение в промышленности.

### Критерии оценки (в баллах):

- 8-10 баллов выставляется студенту, если на все вопросы даны полные и исчерпывающие ответы;
- 6-8 баллов выставляется студенту, если на все вопросы даны не полные ответы;
- 3-5 баллов выставляется студенту, если не на все вопросы даны полные ответы;
- 0-2 балл выставляется студенту, если не на все вопросы даны ответы.

## Контрольная работа

Описание контрольной работы:

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

Пример варианта контрольной работы № 1:

### ВАРИАНТ № 1

1. Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 0,2 МПа, а атмосферное давление равно 755 мм рт. ст.
2. Плотность смеси азота и углекислого газа при давлении 1,4 бар и температуре 45°C равна 2 кг/м<sup>3</sup>. Определить массовый состав смеси.
3. Вычислить среднюю массовую теплоемкость при постоянном давлении  $C_{pm}$  для CO<sub>2</sub> в интервале температур от  $t_1 = 200^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 500^\circ\text{C}$ .
4. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно 15 мм.вод.ст. Определить абсолютное давление газов, если показание барометра 730 мм рт. ст., и выразить его в МПа.
5. В резервуаре объемом 10 м<sup>3</sup> находится газовая смесь, состоящая из 5 кг кислорода и 35 кг азота. Температура смеси равна 27°C. Определить парциальные давления компонентов смеси.
6. Определить диаметр воздуховода для подачи 100 кг/ч воздуха при абсолютном давлении 1,15 бар, если температура этого воздуха 22°C. Скорость воздуха в воздуховоде равна 8 м/с.

7. В резервуаре объемом  $10 \text{ м}^3$  находится газовая смесь, состоящая из 5 кг кислорода и 35 кг азота. Температура смеси равна  $27^\circ\text{C}$ . Определить парциальные давления компонентов смеси.

## ВАРИАНТ № 2

1. Чему равна масса  $V \text{ м}^3$  водорода, кислорода и углекислого газа, если  $P_{\text{ман}} = 6 \text{ кгс/см}^2$ ;  $P_{\text{бар}} = 750 \text{ мм рт. ст.}$ ;  $t = 100^\circ\text{C}$ . Объем газа  $V$  равен  $1 \text{ м}^3$ .
2. Плотность смеси азота и углекислого газа при давлении 1,4 бар и температуре  $45^\circ\text{C}$  равна  $2 \text{ кг/м}^3$ . Определить массовый состав смеси.
3. Объемный состав газообразного топлива следующий:  $\text{H}_2 = 10 \%$ ,  $\text{CH}_4 = 90\%$ . Определить среднюю молекулярную массу и газовую постоянную смеси.
4. Определите наименьшую энергию фотона в атоме водорода при переходе с одного уровня на другой в серии Бальмера.
5. Известно, что длина волны К-линии одного элемента равна  $0,1713 \text{ нм}$ . Выяснить по таблице Менделеева, какой это элемент.
6. Радиосигнал посылается вверх и отражается от E-слоя на высоте 100 км. Концентрация электронов в E-слое равна  $10^5 \text{ см}^3$  в дневное время. Определите частоту радиосигнала.
7. Концентрация электронов на высоте 200 км в ночное время составляет  $10^5 \text{ см}^3$ , а в дневное время такая концентрация электронов наблюдается на высоте 100 км. Радиосигнал какой частоты даст информацию о состоянии атмосферы на этих высотах в дневной и ночное время?

### Описание методики оценивания:

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями контрольная работа оценивается по следующим критериям:

- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий;

### **Критерии оценки (в баллах):**

- 20-25 баллов выставляется студенту, если студент самостоятельно и правильно решил все задачи варианта, используя формулы и законы по изученной теме материала, могут быть допущены небольшие неточности;

- 15-19 баллов выставляется студенту, если студент самостоятельно и правильно решил большую часть задач варианта, используя формулы и законы по изученной теме материала;

- 14-10 баллов выставляется студенту, если студент самостоятельно и правильно решил половину задач варианта, используя формулы и законы по изученной теме материала; допустил несколько существенных ошибок. Заметны пробелы в знании материала;

- 0-9 баллов выставляется студенту, если студент самостоятельно и правильно решил менее половины задач варианта, используя формулы и законы по изученной теме материала; допустил несколько существенных ошибок. Заметны пробелы в знании материала.

## Лабораторные работы

Лабораторная работа – вид самостоятельной исследовательской деятельности студента по освоению предметной части изучаемой дисциплины. Данный вид деятельности включает в себя как подготовку студента в домашних условиях, так и работу на рабочем месте в

лаборатории, закрепленной за конкретной дисциплиной в основной образовательной программе.

Лабораторные работы оформляются в виде отчета в отдельной тетради (лабораторном журнале) по следующему плану:

- Номер и название лабораторной работы;
- Ход работы (краткое описание методики эксперимента);
- Наблюдения (схема установки, хим.реакции, расчеты, графики и пр.);
- Выводы.

Примеры тем лабораторных работ (п/п № 4, 5 из списка основной литературы)

1. Правила техники безопасности для студентов при выполнении лабораторных работ.
2. Методы очистки веществ.
3. Приготовление растворов различной концентрации.
4. Реакции ионного обмена. Гидролиз.
5. Определение уровня загрязнения почв городских газонов токсичными ионами из источников антропогенного происхождения.
6. Оценка степени загрязнения образцов почвы по показателям электропроводности, концентрации ионов натрия и хлора.

#### ***Критерии оценивания:***

- 4-5 баллов выставляется студенту, если работа выполнена полностью и правильно, сделаны правильные наблюдения и выводы; эксперимент проведен по плану с учетом правил безопасности жизнедеятельности и правил работы с веществами и оборудованием; проявлены организационно-практические умения и навыки (поддерживаются чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы). Отчет о работе оформлен без ошибок, по плану и в соответствии с требованиями к оформлению отчета.

- 3-4 балла выставляется студенту, за неточное выполнение и оформление лабораторной работы в лабораторном журнале и ответы на вопросы;

- 1-2 балла выставляется студенту, за выполнение или оформление лабораторной работы.

- 0 баллов выставляется студенту, если работа не выполнена, у студента отсутствуют экспериментальные умения, не оформлен письменный отчет о проведении работы.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Елифанов, В.С. Термодинамика [Электронный ресурс] / В.С. Елифанов, А.М. Степанов. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 88 с. <http://znanium.com/catalog/product/522648>.
2. Крайнов, А.В. Термодинамика и теплопередача. Ч. 1: Термодинамика : учеб. пособие / А.В. Крайнов, Е.Н. Пашков ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-4387-0769-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1043902>.
3. Семенов Ю.П. Теплотехника: Учебник/Ю.П. Семенов, А.Б. Левин - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. -400 с. ISBN 978-5-16-010104-0, 500 экз. <http://znanium.com/catalog/product/470503>.

4. Стефанюк Е.В. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с. ISBN 978-5-905554-80-3 <http://znanium.com/catalog/product/486472>.

#### Дополнительная литература:

1. Теоретические основы теплотехники/Ляшков В. И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с. ISBN 978-5-905554-85-8 <http://znanium.com/catalog/product/496993>.
2. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 254 с. - (Среднее профессиональное образование). - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1046933>.
3. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-011093-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/512522>.
4. Видин Ю.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: Учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов - Краснояр.: СФУ, 2015. - 370 с.: ISBN 978-5-7638-3302-7 <http://znanium.com/catalog/product/967810>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

### Интернет ресурсы:

1. Научная электронная библиотека: <http://www.elibrari.ru>
2. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>
3. Библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://www.lib.msu.su/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com: <http://znanium.com/index.php/>
5. Библиотека БашГУ: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
6. <http://chembaby.com/wp-content/uploads/2014/06/xrd.pdf>
7. <http://chembaby.com/uchebnye-materialy/xim/4-kurs/kristalloximiya/>
8. <http://crystchem.ru/programs.htm>
9. <http://icchair.niic.nsc.ru/files.shtml>
10. <https://studfiles.net/preview/1976359/>

### Программное обеспечение:

1. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
2. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
3. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Система электронного тестирования на базе Moodle <http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841> (afferte).

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 208 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)</p>	<p align="center"><i>Лекции</i></p>	<p align="center"><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung</p>
<p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 208 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)</p>	<p align="center"><i>Практические занятия</i></p>	<p align="center"><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung</p>
<p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 208 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)</p>	<p align="center"><i>Проведение групповых и индивидуальных консультаций</i></p>	<p align="center"><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung</p>
<p><b>4. учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 208, аудитория № 403 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)</p>	<p align="center"><i>Проведение текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<p align="center"><b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, доска, Проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA (1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte White, аудиосистема, ноутбук Samsung</p> <p align="center"><b>Аудитория № 403 (компьютерный класс)</b> Коммутатор HP V1410-24G Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One (12 шт) Персональный компьютер Моноблок barebon ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт) Сервер №2 Depo Storm1350Q1 Коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G.</p>
<p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> библиотека, аудитория №</p>	<p align="center"><i>Самостоятельная работа</i></p>	<p align="center"><b>Аудитория № 201</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/м ышь ПК в компл. Фермо Intel</p>

<p>201 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100)          читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p>		<p><i>Intel</i>  <i>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</i>  <b>читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</b>  <i>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -5 шт.</i>  <i>ПК в компл. Фермо Intel.</i>  <i>Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 5 шт.</i>  <i>Программное обеспечение:</i>  <i>1. Учебный класс APM Win Machine Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.</i>  <i>2. Windows 8 Russian.</i>  <i>Windows Professional 8 Russian Upgrade. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №104 от 17.06.2013 г.</i>  <i>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №114 от 12.11.2014 г.</i>  <i>4. Система централизованного тестирования БаиГУ (Moodle). GNU General Public License</i></p> <p><i>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</i>  <i>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</i></p>
---	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Основы термодинамики и теплообмена на 5 семестр  
дневная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	71,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

зачет 5 семестр

РГР 5 семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. Предмет технической методы и задачи термодинамики. Термодинамическая система, равновесное и неравновесное ее состояние. Основные параметры состояния термодинамической системы. Определение термодинамического процесса. Определение модели идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия термодинамического процесса. Теплота и работа как форма передачи энергии в термодинамическом процессе. Энтальпия. Понятие смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей. Соотношения между массовыми и объемными долями. Определение парциальных давлений компонентов газовой смеси.	2	2		11	проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет	Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата Коллоквиум
2.	Тема 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс. Сущность первого закона термодинамики.	4	4		11	проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образова-	Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата

	<p>Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Выражение значения теплоты и работы через термодинамические параметры. Первый закон термодинамики для круговых процессов (циклов). Основные дифференциальные уравнения термодинамики. Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термические КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его термодинамическое значение. Интеграл Клаузиуса, Энтропия. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Понятие эксергии. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса. Определение показателя политропы. Изображение политропных процессов в P-V и T-S-координатах. Изменение энтропии в политропных процессах. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный. Частные случаи политропного процесса.</p>					<p>тельные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	
3.	Тема 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика	4	4		11	<p>проработка конспекта лекций, учебников, учебных по-</p>	<p>Индивидуальный, групповой опрос, кол-</p>

<p>потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Свойства реальных газов. Понятия фазовых диаграмм, фазовых переходов и теплоты фазовых переходов. Правило Гиббса. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и Ван-дер-Ваальса. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в P-V и T-S ? диаграммах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Термодинамические таблицы воды и водяного пара.</p> <p>Основные понятия и определения: теплоемкость, массовая, объемная и мольная теплоемкости. Понятия изохорной и изобарной теплоемкостей. Уравнение связи между изобарной теплоемкостями (уравнение Мейера). Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси идеальных газов. Основные положения. Уравнение первого закона термодинамики для потока, его анализ. Работа проталкивания. Определение параметров потока газа при истечении из каналов. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона.</p>					<p>собий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	<p>локвиум, контрольные работы, оформление реферата</p>
---	--	--	--	--	---	---

	<p>Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Условное изображение процесса дросселирования в T-S ? диаграмме. Назначение компрессоров и их классификация. Поршневой компрессор, его устройство и принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия.</p>						
4.	<p>Тема 4. Термодинамические процессы при высоких температурах Термодинамические процессы при высоких температурах .Особенности химических превращений. Стехиометрическое уравнение химической реакции. Мера реакции. Тепловой эффект химической реакции при условиях постоянства температуры и объема, температуры и давления и связь между ними. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ. Зависимость теплового эффекта реакции от агрегатного состояния веществ и температуры. Адиабатная температура сгорания. Расчеты с помощью таблиц стандартных величин и полных энтальпий и энтропий.</p>	2	2		11	<p>проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	<p>Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата</p>
5.	<p>Тема 5. Тепломассообмен. Основ-</p>	2	2		11	<p>проработка конспекта лек-</p>	<p>Индивидуальный,</p>

	<p>ные понятия и определения. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теории теплообмена при конструировании тепло-силовых установок. Элементарные и сложные виды теплообмена: классификация. Основные понятия и определения. Основные положения учения о теплопроводности. Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях рода.</p>					<p>ций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	<p>групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата</p>
6.	<p>Тема 6. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена Основные положения теории конвективного теплообмена. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Дифференциальные уравнения теплообмена. Местный и средний коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия и моделирования физических явлений. Основные определения. Условия подобия физиче-</p>	2	2		16,3		

<p>ских явлений. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Критериальные уравнения. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Анализ размерностей. Применение теории подобия к явлениям конвективного теплообмена. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном объеме, ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской поверхности. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах; теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкости в гладких и шероховатых, прямых и изогнутых трубах, круглого и не круглого сечения. Расчетные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночных пучков труб при коридорном и шахматном расположении. Расчетные уравнения.</p>						
<b>Всего часов:</b>	18	18		71,3		

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Основы термодинамики и тепломассообмена на зимнюю сессию  
заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	6
практических/ семинарских	
лабораторных	6
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	91,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма(ы) контроля:

зачет \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ курс зимняя сессия

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. Предмет технической методы и задачи термодинамики. Термодинамическая система, равновесное и неравновесное ее состояние. Основные параметры состояния термодинамической системы. Определение термодинамического процесса. Определение модели идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия термодинамического процесса. Теплота и работа как форма передачи энергии в термодинамическом процессе. Энтальпия. Понятие смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей. Соотношения между массовыми и объемными долями. Определение парциальных давлений компонентов газовой смеси.	1	1		15,3	проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет	Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата Коллоквиум
2.	Тема 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс. Сущность первого закона термодинамики.	1	1		15,3	проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образова-	Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата



	<p>Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Выражение значения теплоты и работы через термодинамические параметры. Первый закон термодинамики для круговых процессов (циклов). Основные дифференциальные уравнения термодинамики. Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термические КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его термодинамическое значение. Интеграл Клаузиуса, Энтропия. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Понятие эксергии. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса. Определение показателя политропы. Изображение политропных процессов в P-V и T-S-координатах. Изменение энтропии в политропных процессах. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный. Частные случаи политропного процесса.</p>					<p>тельные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	
3.	Тема 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика	1	1		15,3	<p>проработка конспекта лекций, учебников, учебных по-</p>	<p>Индивидуальный, групповой опрос, кол-</p>

<p>потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Свойства реальных газов. Понятия фазовых диаграмм, фазовых переходов и теплоты фазовых переходов. Правило Гиббса. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и Ван-дер-Ваальса. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в P-V и T-S диаграммах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Термодинамические таблицы воды и водяного пара.</p> <p>Основные понятия и определения: теплоемкость, массовая, объемная и мольная теплоемкости. Понятия изохорной и изобарной теплоемкостей. Уравнение связи между изобарной теплоемкостями (уравнение Мейера). Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси идеальных газов. Основные положения. Уравнение первого закона термодинамики для потока, его анализ. Работа проталкивания. Определение параметров потока газа при истечении из каналов. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона.</p>					<p>собий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	<p>локвиум, контрольные работы, оформление реферата</p>
---	--	--	--	--	---	---

	Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Условное изображение процесса дросселирования в T-S ? диаграмме. Назначение компрессоров и их классификация. Поршневой компрессор, его устройство и принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия.						
4.	Тема 4. Термодинамические процессы при высоких температурах Термодинамические процессы при высоких температурах .Особенности химических превращений. Стехиометрическое уравнение химической реакции. Мера реакции. Тепловой эффект химической реакции при условиях постоянства температуры и объема, температуры и давления и связь между ними. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ. Зависимость теплового эффекта реакции от агрегатного состояния веществ и температуры. Адиабатная температура сгорания. Расчеты с помощью таблиц стандартных величин и полных энтальпий и энтропий.	1	1		15,3	проработка конспекта лекций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет	Индивидуальный, групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата
5.	Тема 5. Тепломассообмен. Основ-	1	1		15,3	проработка конспекта лек-	Индивидуальный,

	<p>ные понятия и определения. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теории теплообмена при конструировании тепло-силовых установок. Элементарные и сложные виды теплообмена: классификация. Основные понятия и определения. Основные положения учения о теплопроводности. Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях рода.</p>					<p>ций, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) и использование ресурсов Интернет</p>	<p>групповой опрос, коллоквиум, контрольные работы, оформление реферата</p>
6.	<p>Тема 6. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена Основные положения теории конвективного теплообмена. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Дифференциальные уравнения теплообмена. Местный и средний коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия и моделирования физических явлений. Основные определения. Условия подобия физиче-</p>	1	1		15,3		

<p>ских явлений. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Критериальные уравнения. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Анализ размерностей. Применение теории подобия к явлениям конвективного теплообмена. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном объеме, ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской поверхности. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах; теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкости в гладких и шероховатых, прямых и изогнутых трубах, круглого и не круглого сечения. Расчетные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночных пучков труб при коридорном и шахматном расположении. Расчетные уравнения.</p>						
<b>Всего часов:</b>	6	6		91,8		

