
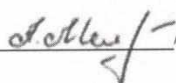


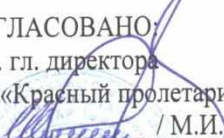
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Утверждено:  
на заседании кафедры ТМО  
протокол № 10 от «13» января 2020 г.  
И.о. зав. кафедрой

 / Саитов Р.И.

Согласовано:  
Председатель УМК  
Инженерного факультета

 / Мельникова А.Я.

СОГЛАСОВАНО  
Зам. гл. директора  
АО «Красный пролетарий»  
 / М.И. Шарипов



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов

Вариативная часть – Б1.В.06

**Программа академической магистратуры**

**Направление подготовки**

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

**Направленность (профиль) подготовки**

«Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических производств»

Квалификация  
магистр

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

 / Абдеев Э.Р.

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Разработчик (составитель): Шавалеев Э.И.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол № 10 от «13» января 2020 г.

И.о.зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Сайтов Р.И./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол № 1 от «16» сентября 2021 г.

И.о.зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Юминов И.П./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	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) .....	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....	9
4.2.1. Задания для контрольной работы.....	10
4.2.2. Оформление вопросов для зачёта .....	13
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины .....	18
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	19
Приложение.....	21

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- функции научно-педагогических исследований в системе образования;</li> <li>- классификацию методов исследования;</li> <li>-этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно- педагогических исследований;</li> <li>-принципы унификации конструкторско-технологических решений.</li> </ul>	<p>ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>-применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием;</li> <li>• -использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации.</li> </ul>	<p>ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	
Владеть (навыки/ опыт деятельности)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий;</li> <li>- навыками разработки с применением САД-, САРР-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.</li> </ul>	<p>ПК-5 способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	

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

Целью учебной дисциплины «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов» является знакомство с основными конструкциями аппаратного оформления тепломассообменных процессов; овладение инженерными методиками теплотехнологических расчетов процессов и аппаратов; получение навыков по методам выбора и проверки основного и вспомогательного оборудования промышленных тепломассообменных аппаратов

Учебная дисциплина «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов» относится к вариативной части – Б1.В.06

Дисциплина изучается на 2 курсе.

Связь курса с другими дисциплинами: Теоретические основы изготовления технологического оборудования Б1.В.04, Современное энерго- и ресурсосберегающие процессы создания машин и аппаратов Б1.В.03.

**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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
1-й этап Знания	Знать: функции научно-педагогических исследований в системе образования; - классификацию методов исследования; -этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований; -принципы унификации конструкторско-технологических решений.	Не имеет представления об: - функциях научно-педагогических исследований в системе образования; - классификации методов исследования; - этапы исследования; - теоретических основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; - методологию научно- педагогических исследований; -принципы унификации конструкторско-технологических решений. —	Имеет чёткое представление об: - функциях научно-педагогических исследований в системе образования; - классификации методов исследования; - этапы исследования; - теоретических основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; - методологию научно- педагогических исследований; -принципы унификации конструкторско-технологических решений. —

<p><u>2-й этап</u> <u>Умения</u></p>	<p>Уметь: -применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием; -использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации.</p>	<p>Не умеет: -применять комплекс исследовательских методов; -систематизировать полученную информацию в процессе работы над Исследованием -использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации</p>	<p>Обладает умением: -применять комплекс исследовательских методов; -систематизировать полученную информацию в процессе работы над Исследованием - использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации</p>
<p><u>3-й этап</u> <u>Владения</u> <u>(навыки / опыт деятельности)</u></p>	<p>Владеть - навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий; - навыками разработки с применением САД-, САРР-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.</p>	<p>Не обладает необходимыми: навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий. - навыками разработки с применением САД-, САРР-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.</p>	<p>Демонстрирует добротные: навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий. - навыками разработки с применением САД-, САРР-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.</p>



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знать	<p>функции научно-педагогических исследований в системе образования;</p> <p>- классификацию методов исследования;</p> <p>-этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований;</p> <p>-принципы унификации конструкторско-технологических решений.</p>	<p>ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	Устный опрос, задания
Уметь	<p>-применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием;</p> <p>-использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации.</p>	<p>ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	Устный опрос, контрольная работа
Владеть (навыки/ опыт деятельности)	<p>- навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий;</p> <p>- навыками разработки с применением САД-, САРР-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.</p>	<p>ПК-5 способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.</p>	Устный опрос, КР

## Задания для контрольной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет» Инженерный факультет  
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

### Задания для проведения текущего контроля по учебной дисциплине «Основы оптимизации аппаратного оформления теплообменных процессов»

1. Сделайте эскиз выпарного аппарата, близкого к модели идеального смешения, и выпарного аппарата идеального вытеснения.
2. Постройте температурный график выпарной установки.
3. Постройте схему поверочного расчета поверхностных теплообменников.
4. Охарактеризуйте температурные компенсаторы в кожухотрубчатых теплообменниках. Напишите формулу расчета термического удлинения труб и коэффициенты удлинения углеродистой и высоколегированной сталей.
5. Изобразите схемы нагрева горячими жидкостями с естественной и принудительной циркуляцией промежуточного теплоносителя.
6. Оценить площадь поверхности теплообменного аппарата по рекомендуемым значениям коэффициентов теплоотдачи.
7. Найти эффективность теплообменного аппарата по известному тепловому балансу.
8. Определить степень оребрения по геометрии ребер.
9. Определить коэффициент теплопередачи со стороны оребренной и неоребреной поверхности.
10. Найти КПД ребра и КПД оребренной поверхности по известным характеристикам ребер и коэффициенту теплоотдачи.
11. Определить требуемую мощность на прокачку теплоносителя в теплообменном аппарате.
12. Найти конечное влагосодержание (либо температуру газа) в смесительном теплообменнике из его теплового баланса, считая газ на выходе полностью насыщенным.
13. Найти количество вторичного пара (либо крепкого раствора) в выпарной установке по ступеням.
14. Определить время сушки материала в первом периоде.
15. Определить время сушки материала во втором периоде.

## Задачи

1. Определить суммарные потери теплоты за счет конвективного и лучистого теплообмена с единицы длины паропровода диаметром  $d=200$  мм, если температура и степень черноты его поверхности соответственно равны  $t_c=(467-2n)^{\circ}\text{C}$ ,  $\varepsilon=0,79$ , а температура окружающего воздуха  $t_{ж}=27^{\circ}\text{C}$ .

2. В холодильной установке необходимо охлаждать жидкость, расход которой  $G_1=(275-2n)$  кг/ч, от  $t_1'=120^{\circ}\text{C}$  до  $t_1''=50^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость жидкости  $c_{p1}=3,05$  кДж/(кг\*К). Для охлаждения используется вода с начальной температурой  $t_2'=10^{\circ}\text{C}$ . Расход охлаждающей воды  $G_2=(1100+3n)$  кг/ч, теплоемкость  $c_{p2}=4,19$  кДж/(кг\*К). Определить поверхность теплообмена при прямотоке и противотоке, если  $K=1000$  Вт/(м<sup>2</sup>\*К). Сравнить полученные значения.

## Пример готовой задачи

Задача по теме: «Конвективный теплообмен»

В кольцевом канале теплообменного аппарата движется вода со скоростью  $W=(0,2+0,01n)$  м/с. Средние температуры воды  $t_{ж}=10^{\circ}\text{C}$  и стенок  $t_{п}=70^{\circ}\text{C}$ . Размеры канала  $d_1=50$  мм и  $d_2=160$  мм. Обогрев осуществляется по всему смоченному периметру канала. Определить плотность теплового потока  $q$  (Вт/м<sup>2</sup>) и линейную плотность его  $q_1$  (Вт/м).

Дано:

$$W=(0,2+0,01n)\text{ м/с};$$

$$t_{ж}=10^{\circ}\text{C};$$

$$t_{п}=70^{\circ}\text{C};$$

$$d_1=50\text{ мм}=0,05\text{ м};$$

$$d_2=160\text{ мм}=0,16\text{ м};$$

$$n=38.$$

Найти:

$$q - ? \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 - ? \text{ Вт/м}.$$

Решение:

$$W = 0,2+0,01*38=0,58 \text{ м/с}.$$

$$\text{При } t_{ж}=10^{\circ}\text{C } \nu_{ж}=1,306*10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

$$Re_{ж} = \frac{W*(d_2-d_1)}{\nu} \tag{1.1}$$

$$Re_{ж} = \frac{W*(d_2-d_1)}{\nu} = \frac{0,58(0,16-0,05)}{1,306*10^{-6}} = 4,9 * 10^4 > 1*10^4,$$

следовательно, режим движения турбулентный.

Средний коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности стенки при турбулентном режиме течения капельных жидкостей и газов в каналах кольцевого сечения может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Nu_{ж} = 0,017 Re_{ж}^{0,8} * Pr_{ж}^{0,4} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c}\right)^{0,25} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^{0,18} \tag{1.2}$$

Формула (2.1) справедлива при  $d_2/d_1=1,2\div 14$ ;  $Pr_{ж}=0,7\div 100$ .

В нашем случае

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{160}{50} = 3,2, \quad Pr_{ж}=9,45, \text{ значит расчет делаем по формуле (1.2).}$$

При  $t_{ж}=10^0\text{C}$   $Pr_{ж}=9,45$ ,  $\lambda_{ж}=0,580 \text{ Вт}/(\text{м}^*\text{C})$ ;

при  $t_c=70^0\text{C}$   $Pr_c=2,55$ ;

$$Nu_{ж} = 0,017 * 49000^{0,8} * 9,45^{0,4} \left(\frac{9,45}{2,55}\right)^{0,25} \left(\frac{0,16}{0,05}\right)^{0,18} = 403,5$$

$$\alpha = Nu_{ж} \frac{\lambda_{ж}}{(d_2-d_1)} = 403,5 \frac{0,58}{0,16-0,05} = 2127,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2*\text{C}).$$

$$q = \alpha(t_c - t_{ж}) = 2127,6(70 - 10) = 127656 \text{ Вт}/\text{м}^2;$$

$$q_1 = \frac{q}{\pi d_1} = \frac{127656}{3,4*0,05} = 813096 \text{ Вт}/\text{м}.$$

Ответ:  $q=127656 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ,  $q_1=813096 \text{ Вт}/\text{м}$ .

### **Критерии оценки:**

#### **Оценка «5»**

выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета

#### **Оценка «4»**

если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

#### **Оценка «3»**

если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

#### **Оценка «2»**

если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлено «5» баллов, или если правильно выполнил менее

половины

работы.

## Оформление вопросов для зачёта

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет» Инженерный факультет  
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

### Вопросы для зачёта

по учебной дисциплине «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов»

1. Выразите закон сохранения массы для системы, состоящей из одного компонента для многокомпонентной системы.
2. Приведите выражение теплового баланса аппарата.
3. Что понимают под плотностью конвективного потока?
4. По каким признакам разделяют материальные балансы?
5. Приведите выражения материальных балансов для стационарных и нестационарных процессов.
6. Гидростатика и гидродинамика, их основные задачи.
7. Сформулируйте понятия идеальной, капельной и упругой жидкостей.
8. Что представляет собой гидростатическое давление?
9. Чем обусловлено торможение движения жидкости у твердой поверхности?
10. Что такое средняя скорость движения жидкости?
11. Укажите физический смысл критерия Рейнольдса? Как это влияет на тепловой и массообмен?
12. Что является потенциалом переноса субстанций?
13. Назовите основное уравнение переноса массы, энергии и импульса.
14. Назовите основные достоинства и недостатки теории подобия и анализа размерностей.
15. В чем проявляется влияние гидродинамической структуры потоков на химико-технологические процессы?
16. Что понимают под средним временем пребывания частиц потока в аппарате. от чего оно зависит и как определяется?
17. Перечислите основные методы перемешивания жидких сред.
18. Что такое суспензия, эмульсия, аэрозоль?
19. Приведите понятия температурного градиента и изотермической поверхности.
20. Что такое аналогии Рейнольдса, Прандтля, Кольборна?
21. В чем состоит различие между процессами конвекции и теплоотдачи?
22. Сопоставьте движущие силы и расходы теплоносителей при прямоточном и противоточном движении теплоносителей в теплообменнике.
23. Перечислите основные достоинства и недостатки нагрева насыщенным водяным паром.
24. Каковы назначение и принцип действия конденсатоотводчиков?
25. Как определяется температура кипения раствора в выпарных аппаратах

однокорпусной и многокорпусной выпарных установок?

**Критерии оценки:**

**Зачтено:**

- глубокое и прочное усвоение программного материала;
- полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания;
- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала,
- правильно обоснованные принятые решения;
- владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических

**Не зачтено:**

- незнание программного материала
- при ответе возникли ошибки
- затруднения при выполнении практических работ

### 4.2.3 Задания для устного опроса

1. Термодинамические системы, параметры и равновесие
2. Исходные положения термодинамики.
3. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты.
4. Равновесные и неравновесные процессы.
5. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота.
6. Первое начало термодинамики.
7. Основные термодинамические процессы и их уравнения.
8. Энтальпия и энтропия.
9. Второе начало термодинамики.
10. Третье начало термодинамики.
11. Обратимые и необратимые процессы.
12. Возрастание энтропии в необратимых процессах.
13. Тепловые двигатели и холодильные машины.
14. Цикл и теорема Карно.
15. Условия равновесия термодинамической системы.
16. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы.
17. Классификация фазовых переходов.
18. Фазовое равновесие, фазовая P–T диаграмма.
19. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа.
20. Удельная и молярная теплоемкость вещества.
21. Молярная теплоемкость при постоянном давлении.
22. Уравнение Майера.
23. Молярная теплоемкость при постоянном объеме.
24. Термодинамическое равновесие. Внешние и внутренние параметры

25. Термодинамическое равновесие с молекулярной точки зрения.
  26. Основное положение классической статистики.
  27. Микроканоническое распределение.
  28. Термодинамические функции и термодинамические равенства.
  29. Применение классической статистики к идеальному одноатомному газу.
  30. Распределение Максвелла – Больцмана для систем с аддитивной энергией.
- Давление  
как внешний параметр
31. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.
  32. Применение классической статистики к вопросу о теплоемкости газов.
  33. Теплоемкость твердых тел.
  34. Применение классической статистики к излучению.
  35. Силы взаимодействия молекул. Уравнение состояния неидеального газа.
  36. Флуктуации объема, занятого газом или жидкостью.
  37. Предел чувствительности газового термометра.
  38. Флуктуации плотности и рассеяние света в жидкостях и реальных газах.
  39. Вычисление флуктуации величин, рассматриваемых как функции положения в пространстве. Применение к теории рассеяния света.
  40. Основные понятия и законы теории теплообмена.
  41. Классификация процессов теплообмена.
  42. Основные термины теории теплообмена.
  43. Основные законы теплообмена.
  44. Теплопроводность. Способность тел проводить тепло.
  45. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
  46. Условия однозначности в задачах теплопроводности.
  47. Массообменные процессы. Диффузионный пограничный слой.
  48. Дать понятие основным термодинамическим процессам. Графическое изображение в  $PV$  и  $TS$  координатах.
  49. Какая машина называется компрессором? Классификация компрессоров. Описание одноступенчатого компрессора.
  50. Изобразите теоретическую индикаторную диаграмму поршневого компрессора для случая изотермического и адиабатного сжатия. Покажите на ней площади, которыми изображаются работы наполнения, сжатия и выталкивания. Для чего применяется охлаждение компрессора?
  51. Определение характера распределения температурного поля в горных породах при различных термодинамических процессах горного производства.
  52. Каковы основные понятия и параметры состояния водяного пара.
  53. Какой пар называется сухим насыщенным? Изобразите на диаграммах  $P-V$ ,  $T-S$  и  $h-S$

обратимый адиабатный процесс расширения перегретого пара до состояния сухого насыщенного пара. Дайте необходимые пояснения.

54. Влажный воздух. Основные значения, характеризующие состояние влажного воздуха.

55. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона при охлаждении. Какой физический смысл имеет коэффициент теплоотдачи?

56. Основные понятия и механизм радиационного теплообмена. Закон Стефана-Больцмана.

57. Теплопередача. Коэффициент теплопроводности. Определение теплового потока и термического сопротивления.

58. Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности, и в каких единицах

он измеряется? Как подсчитать количество теплоты, передаваемое теплопроводностью через однородную цилиндрическую стенку.

59. Электрическая аналогия для теплопроводности. Одномерная теплопроводность через многослойную стенку и ее электрический аналог.

60. Сложный теплообмен.

### **Критерии оценки:**

#### **Оценка «5»**

выставляется, если студент ответил на все вопросы без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета

#### **Оценка «4»**

если студент ответил на вопрос полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

#### **Оценка «3»**

если студент правильно ответил не менее чем на половину вопросов или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

#### **Оценка «2»**

если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлено «5» баллов, или если правильно выполнил менее половины работы.



## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература

1. Леонтьева А. И. Оборудование химических производств: в 2 частях, Ч. 1. — Тамбов: Издательство ФГОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 234 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277812&sr=1>
2. Леонтьева А. И. Оборудование химических производств: учебное пособие: в 2 частях, ч. 2. — Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 281 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277813&sr=1>
3. Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: учебное пособие. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. — 208 с. ЭВК, ЭБС «Лань» [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900)

#### Дополнительная литература

1. Поляков А. А. Механика химических производств: учебное пособие для вузов. — 3-е издание. — Москва: ООО ИД "Альянс", 2007. — 391 с.
2. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: учебник для вузов. — Москва: Высш. шк., 1988. — 479 с.
3. Гинзбург И. П. Теория сопротивления и теплопередачи. — СПб.: ЛГУ, 1970. — 375 с.
4. Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебное пособие для неэнергетических вузов. — Москва: Высш. шк., 1969. — 560 с.
5. Айдаров А. А., Колобанов Ю. И. Теплопередача: учебное пособие. — Рига, 1968. — 203 с.
6. Хоблер Т. Теплопередача и теплообменники. — СПб.: Госхимиздат, 1961. — 820 с.
7. Вобликова Т. В., Шлыков С. Н., Пермяков А. В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие. — Ставрополь: Агрус, 2013. — 212 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277522&sr=1>
8. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 444 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349&sr=1>

9. Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи (пособие к лабораторному практикуму): учебное пособие / Под ред. В. И. Деева. — М.: МИФИ, 2008. — 112 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237955&sr=1> книга временно недоступна

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины**

1. <https://e.lanbook.com/>
2. <https://elib.bashedu.ru/>
3. <http://www.bashlib.ru/>
4. <http://biblioclub.ru/>
5. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
6. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №301, аудитория №302 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Лекции</p>	<p>Аудитория № 301 Доска, мел, парты, стулья. Аудитория № 302 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180с.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №001, Учебный компьютерный класс для проведения практических (семинарских) и лабораторных занятий (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Практические занятия</p>	<p>Стол – 7 шт. Стулья, 14 шт. Ноутбуки Packard Bell ENTFF71BM-C36P с зарядным устройством – 14 шт. Компьютерная оптическая USB-мышь – 14 шт. Телевизор с ЖК дисплеем DEXP SmartTV – 1 шт. HDMI кабель для подключения ноутбука к телевизору (проектору) – 1 шт.</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория №001Б, Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Лабораторные работы</p>	<p>Аппарат электр. контактной сварки "ТОР" ручной, выпрямитель сварочный "Терминатор", компрессор возд. масл. м/габаритный "EURO-25", станок сверлильный мод.8E116 (Z-4116), машина МК-50,Р-5, прибор СИИТ-3, индикатор магнитного дутья "Дельта", графический планшет MimioPad АПСР, интерактивная доска SVART Board 680 АПСР, Столы – 3 шт. Стулья 5 шт. Компьютерная техника – персональный компьютер Фермо 650Вт/AMD 970/ AMD ATHLON II X2 250/4Гб/16Гб USB2.0/AMD Radeon HD 7950 – 3 шт, ноутбук Acer Aspire E1-772G – 1 шт.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №301 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Групповые и индивидуальные консультации</p>	<p>Доска, мел, парты, стулья.</p>

<p>Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №301 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)</p>	<p>Текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p>Доска, мел, парты, стулья.</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы: аудитория №2 (201) (Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди, д. 32)</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p>PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/ мыш ь -50 шт., ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления  
тепломассообменных процессов» (3) семестр

очной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,2
лекций	16
практических/ семинарских	20
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	2

Форма контроля:  
зачет – 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР	СР			
1	1. Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2. Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3. Понятие энтальпии.	8	-	10	15	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
2	3. Закон сохранения энергии. Закон сохранения массы. 4. Закон сохранения импульса. 5. Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими температурами. 6. Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими давлениями.	8	-	10	20,8	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
<b>Всего часов:</b>		16	-	20	35,8			
								Зачет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления  
тепломассообменных процессов» на (3) семестр

заочной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	16,2
лекций	8
практических/ семинарских	8
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	51,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля:  
зачет – 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР	СР			
1	1.Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2.Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3. Понятие энтальпии.	4	-	4	25	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
2	5Закон сохранения энергии. 6. Закон сохранения массы. 7. Закон сохранения импульса. 8. Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими температурами. 9. Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими давлениями.	4	-	4	26,8	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
<b>Всего часов:</b>		8		8	51,8			
								Зачет