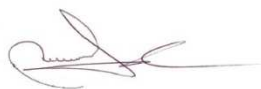


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры ИФиФМ  
протокол от «28» июня 2019 г. №7

Зав.кафедрой



/ У.Ш.Шаяхметов

Согласовано:  
Председатель УМК факультета



/ Мельникова А.Я.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Теория тепло- масса переноса


Вариативная часть

программа подготовки  
академический бакалавриат

Направление подготовки  
22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов"

Направленность (профиль) подготовки  
"Конструирование и производство изделий из композиционных материалов"

Квалификация  
Бакалавр

<p>Разработчик (составитель)</p> <p>Доцент, к.ф.-м.н., доцент (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	 <p>/ <u>Гурьянова В.Р.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
--	---

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019г.

Составитель / составители: доц., к.ф.-м.н. Гурьянова В.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «28» июня 2019 г. № 7

Заведующий кафедрой



/ У.Ш.Шаяхметов. /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
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
  - 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
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (указание кода)	Примечание
Знания	Физические основы теплопереноса, виды теплообмена, вывод уравнений теплопроводности, диффузии и фильтрации, постановку задач теплопереноса, основные безразмерные параметры теплопереноса (числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Рейнольдса, Био, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Якоба, Стефана и их физический смысл), методы и результаты решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, основные особенности теплообмена при испарении, кипении и конденсации	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	
Умения	Формулировать физическую и математическую постановку конкретных задач теплопереноса (систему уравнений и граничных условий), находить точные и (или) приближенные решения этих задач, выполнять теплофизические расчеты по определению плотности теплового потока, термического сопротивления и коэффициента конвективного теплообмена	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	

Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, а также экспериментального определения важнейших теплофизических параметров: теплопроводности и теплоемкости	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	
---------------------------------------	--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.1.05 «Теория тепло- масса переноса» реализует требования ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина изучается на *4 курсе* в 7 семестре очной формы обучения, на *5 курсе* в 9 семестре очно-заочной формы обучения и на *5 курсе* в зимней сессии заочной формы обучения.

Изучение дисциплины «Теория тепло- масса переноса» базируется на следующих дисциплинах:

«Математика», «Физика», «Физика конденсированного состояния».

Основные положения дисциплины «Теория тепло- масса переноса» используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Термодинамика материалов», «Оборудование, механизация автоматизация в технологии материалов».

Целью преподавания дисциплины является – дать студентам систематические знания по одному из основных разделов профессиональной инженерной подготовки: о переносе тепла и массы в технологических и природных процессах и о методах их решения. Изучение экспериментальных фактов, лежащих в основе теории теплообмена, вывод уравнений теплопроводности и диффузии, освоение методов решения стационарных и нестационарных задач теплопереноса, задач с фазовыми переходами, изучение теории подобия и безразмерных параметров теплопереноса, теории и экспериментальных результатов исследования конвективного и лучистого теплообмена, а также теплообмена при испарении, кипении и конденсации.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

*Количество часов/зет указывается в соответствии с учебным планом, заполняется отдельно по каждой форме обучения.*

#### 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

Код и формулировка компетенции: ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать:	Не знает физические основы теплопереноса, виды теплообмена, вывод уравнений теплопроводности, диффузии и фильтрации, постановку задач теплопереноса, основные безразмерные параметры теплопереноса (числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Рейнольдса, Био, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Якоба, Стефана и их физический смысл), методы и результаты решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, основные особенности теплообмена при испарении, кипении и конденсации	Знает физические основы теплопереноса, виды теплообмена, вывод уравнений теплопроводности, диффузии и фильтрации, постановку задач теплопереноса, основные безразмерные параметры теплопереноса (числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Рейнольдса, Био, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Якоба, Стефана и их физический смысл), методы и результаты решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, основные особенности теплообмена при испарении, кипении и конденсации
Второй этап (уровень)	Уметь:	Не умеет формулировать физическую и математическую постановку конкретных задач теплопереноса (систему уравнений и граничных условий),	Умеет формулировать физическую и математическую постановку конкретных задач теплопереноса (систему уравнений и граничных условий), находить точные и

		находить точные и (или) приближенные решения этих задач, выполнять теплофизические расчеты по определению плотности теплового потока, термического сопротивления и коэффициента конвективного теплообмена	(или) приближенные решения этих задач, выполнять теплофизические расчеты по определению плотности теплового потока, термического сопротивления и коэффициента конвективного теплообмена
Третий этап (уровень)	Владеть:	Не владеет навыками решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, а также экспериментального определения важнейших теплофизических параметров: теплопроводности и теплоемкости	Владеет навыками решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, а также экспериментального определения важнейших теплофизических параметров: теплопроводности и теплоемкости

**для зачета:**

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 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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знает физические основы теплопереноса, виды теплообмена, вывод уравнений теплопроводности, диффузии и фильтрации, постановку задач теплопереноса, основные безразмерные параметры теплопереноса (числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Рейнольдса, Био, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Якоба, Стефана и их физический смысл),	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Доклад по реферату, тестирование.

	методы и результаты решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, основные особенности теплообмена при испарении, кипении и конденсации		
2-й этап Умения	Умеет формулировать физическую и математическую постановку конкретных задач теплопереноса (систему уравнений и граничных условий), находить точные и (или) приближенные решения этих задач, выполнять теплофизические расчеты по определению плотности теплового потока, термического сопротивления и коэффициента конвективного теплообмена	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Доклад по реферату, тестирование.
3-й этап Владеть навыками	Владеет навыками решения важнейших стационарных и нестационарных задач теплопереноса, а также экспериментального определения важнейших теплофизических параметров: теплопроводности и теплоемкости	ПК-5 готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Доклад по реферату, тестирование.

**4.3. Рейтинг-план дисциплины  
(при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.



**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Тестовые вопросы

Вариант №1

1. Теплообмен
2. Необратимый процесс (пример)
3. Феноменологический подход
4. Макро и микрофизические величины
5. Статистический метод исследования
6. Температурное поле
7. Диффузионный массоперенос (пример)

Вариант №2

1. Стационарный теплообмен
2. Теплопроводность через цилиндрическую стенку
3. Дифференциальные уравнения Фурье, процессы
4. Критерии подобия, для чего нужны
5. Физический смысл критерия  $Nu$
6. Процессы теплопередачи через непроницаемую стенку
7. Закон Фурье

Темы рефератов

1. Сравнительная характеристика процессов теплопроводности, конвекции и излучения.
2. Критерии подобия в уравнениях конвекционного теплообмена.
3. Основные законы лучистого теплообмена (законы Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Стационарный режим теплопроводности и граничные условия первого рода. Нестационарный режим теплопроводности.
5. Анализ температурных полей плоских и цилиндрических стенок. Теплопередача через данных видов полей.
6. Критерии Био и Фурье. Охлаждение (нагрев) конечного и бесконечного длинного цилиндра, пластины и стержня.
7. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения жидкости.
8. Основные теории подобия и виды уравнений подобия конвективного теплообмена.
9. Эффективное излучение. Приведенный коэффициент излучения системы тел. Прозрачная среда. Защита от теплового излучения.
10. Физическая сущность лучистого теплообмена. Виды потоков излучения. Радиационные характеристики тел.
11. Условия однозначности (краевые условия) для решения дифференциального уравнения.
12. Передача теплоты через сферическую стенку. Пути интенсификации теплопередачи.
13. Теплопередача через ребренную плоскую стенку.

14. Расчеты коэффициента температуропроводности, чисел Био и Фурье, температуру на поверхности и в центре пластины через фиксированное время после её нагревания и охлаждения.
15. Критерии Рейнольда, Грасгофа, Прандтля, Релея, Пекле, Стантона и Эйлера.
16. Смешанный режим течения жидкости в пограничном слое. Переходный режим.
17. Теплоотдача при движении жидкости в шероховатых трубах и трубах некруглого поперечного сечения.
18. Теплообмен при фазовых превращениях (при конденсации чистых паров, при кипении однокомпонентных жидкостей.)
19. Интегральная степень черноты различных твердых материалов для иллюстрации закона Стефана-Больцмана.
20. Излучение трёхатомных газов и паров.
21. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий
22. Проектирование и эксплуатация систем отопления, вентиляции и кондиционирования
23. Анализ эксперимента по кипению новых хладагентов на поверхностях, интенсифицирующий теплообмен
24. Инженерное оборудование систем отопления и вентиляции
25. Пластинчатые теплообменники
26. Паровые турбины тепловых и атомных эл. станций
27. Энерго- и ресурсосберегающие технологии сжигания топлива и водоподготовки
28. Теплообменное оборудование
29. Моделирование стационарного процесса в основном режиме. Тепло- и массообмен в зоне нагревательной печи
30. Котельные установки

#### **4.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Критерии и шкала оценивания компетенций при выполнении теста**

За период обучения предусмотрено выполнение 2 тестирования. Тестирование и доклад по реферату оцениваются в 20 баллов.

Тестовые задания и темы рефератов разрабатываются на основе программы дисциплины, вопросов к экзамену и формируемым компетенциям.

Полнота и правильность ответов оценивается с точки зрения применения полученных знаний, на основе знаний, умений и навыков, полученных на лекционных, практических занятиях и при выполнении самостоятельной работы.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
17-20 баллов	Даны полные и правильные ответы на 85-100% вопросов тестирования.
14-16 баллов	Даны правильные решения на 70-84% вопросов тестирования
10-13 баллов	Даны правильные решения на 50-69% задач вопросов тестирования

6-9 баллов	Правильно выполнены только 30-49% вопросов тестирования. Обучающийся допускает грубые, существенные ошибки в ответах.
0-5 баллов	Правильно отвечено менее чем на 30% вопросов. Либо обучающийся присутствовал на тестировании, но не сдал ее преподавателю.

\*Всего 2 тестирования

**Критерии оценки (в оценках) для очно-заочной и заочной форм обучения:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент демонстрирует знания, умения и навыки использования усвоенного материала: полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободное решение поставленных задач, правильное обоснование принятых решений, приемами выполнения практических работ;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент демонстрирует знание, показывает умение и владение материалом: грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент демонстрирует усвоение основного материала: при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент демонстрирует не знание материала: при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

**Вопросы к зачету**

1. Температурное поле. Градиент температуры. Основной закон теплопроводности (закон Фурье).
2. Уравнение теплопроводности в неподвижной среде.
3. Уравнение теплопроводности в движущейся среде.
4. Начальные и граничные условия для уравнения теплопроводности; классификация граничных условий.
5. Одномерное уравнение теплопроводности для тонкого стержня или трубы с конвективным переносом тепла и с теплообменом на боковой поверхности.
6. Безразмерные параметры теплопереноса. Числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа и Рэлея.
7. Конвективный теплообмен; факторы, влияющие на его интенсивность. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции.
8. Основные закономерности лучистого теплообмена. Особенности излучения и поглощения в газах.
9. Классические задачи стационарного теплообмена излучением: теплообмен между двумя плоскими параллельными пластинами; теплообмен излучением между двумя поверхностями тел в замкнутом пространстве
10. Закон Фика и уравнение диффузии в неподвижной и в движущейся среде.
11. Пористая среда и ее свойства. Закон Дарси.
12. Уравнение фильтрации жидкости в пористой среде (уравнение пьезопроводности).
13. Стационарное температурное поле и тепловой поток в плоской пластине (граничные условия 1-го, 2-го и 3-го рода).
14. Стационарное температурное поле и тепловой поток через многослойную плоскую стенку.

15. Стационарное температурное поле в цилиндрической области (граничные условия 1-го и 2-го рода). Стационарный тепловой поток через многослойную цилиндрическую стенку.
16. Стационарное температурное поле сферического источника тепла в ограниченной и в неограниченной среде (граничные условия 1-го и 2-го рода).
17. Стационарная одномерная осесимметричная задача фильтрации (задача о притоке жидкости к скважине).
18. Стационарное температурное поле в проводнике с электрическим током.
19. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности; его физический смысл.
20. Температурное поле непрерывного неподвижного точечного источника в неограниченной среде. Функция ошибок Гаусса (функция  $\text{erf}(x)$ ).
21. Температурное поле мгновенного плоского источника в неограниченной среде.
22. Температурное поле непрерывного плоского источника. Нагрев полуограниченной среды постоянным потоком тепла.
23. Нестационарное одномерное температурное поле в полуограниченной среде с заданной постоянной температурой на поверхности.
24. Температурные волны в полуограниченной среде.
25. Задача о промерзании влажного грунта (классическая задача Стефана).
26. Квazистационарный метод Л.С. Лейбензона для приближенного решения задач Стефана. Задача о промерзании цилиндрической трубы.
27. Методы измерения теплофизических параметров. Классификация методов. Стационарные и нестационарные методы. Методы измерения теплоемкости.
28. Теплообмен при испарении, кипении и конденсации.
29. Критериальные уравнения теплообмена при испарении, кипении и конденсации.

## **5. Рекомендуемая литература.**

### **Основная литература**

1. Салова, Т.Ю. Процессы диффузии и теплопереноса : учебное пособие / Т.Ю. Салова ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 95 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. ;  
То же [Электронный ресурс]. -  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=486928>

### **Дополнительная литература**

2. Гремячкин, В.М. Уравнения переноса массы в теории массообмена: Методические рекомендации к изучению курса «Теория теплообмена» : методические рекомендации / В.М. Гремячкин ; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 16 с. - Библиогр. в кн. ;  
То же [Электронный ресурс]. -  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257515>

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления**

## образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 401 (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100),</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 401 (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 401 (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 401 (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал, библиотека (Главный корпус, ул. Заки Валиди, д. 32), библиотека (Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100).</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 401</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E, экран настенный Draper Luma AV (1:1) 96/96" 244*244MW (ХТ1000E).</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал</b>(Главный корпус, ул. Заки Валиди, д. 32)</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Библиотека</b>(Главный корпус, ул. Заки Валиди, д. 32)</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 4 шт, сканер – 1 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Библиотека</b>(Учебный корпус, ул. Мингажева, д. 100)</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional Upgrade. Договор № 104 от 17.16.2013 г. Лицензии – бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle) GNU General Public License</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теория тепло- масса переноса» на 7 семестр

Очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	68,2
лекций	20
практических/ семинарских	48
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)	39,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:

зачет 7 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	ПР/СЕМ	ФКР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Тема 1. Основные уравнения теории теплопереноса.</b> Основные понятия и общие закономерности процессов теплопереноса. Виды теплопереноса. Стационарные и нестационарные температурные поля. Закон Фурье. Коэффициенты тепло- и теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Классификация граничных условий. Одномерное уравнение теплопроводности для тонкого стержня или трубы с конвективным переносом тепла и с теплообменом на боковой поверхности. Закон Фика и уравнение диффузии. Закон Дарси и уравнение фильтрации.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
2	<b>Тема 2. Стационарные задачи теории теплопроводности.</b> Стационарные температурные поля в пластине, в цилиндрической и сферической областях, в плоской и цилиндрической стенках при	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	различных граничных условиях. Стационарное одномерное температурное поле с объемными источниками тепла. Задача о притоке жидкости к скважине.							
3	<b>Тема 3. Стационарный метод измерения коэффициента теплопроводности.</b> Классификация методов измерения теплофизических параметров.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
4	<b>Тема 4. Нестационарные задачи теории теплопроводности.</b> Методы решения нестационарных задач. Метод разделения переменных. Операторный (операционный) метод. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его физический смысл. Использование функций Грина для решения нестационарных задач теории теплопроводности. Температурное поле неподвижного непрерывного источника. Функция ошибок Гаусса. Температурное поле движущегося непрерывного источника. Нестационарное одномерное температурное поле в неограниченной, полуограниченной и ограниченной среде. Температурное поле линейного неподвижного источника. Интегральная показательная функция. Нагрев и охлаждение	4	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест



	плоской пластины (плоской стенки), сплошного и полого цилиндров (цилиндрической стенки), шара при различных граничных условиях. Примеры. Температурные волны.							
5	<b>Тема 5. Задачи с фазовыми переходами промерзания и протаивания.</b> Общая постановка задачи. Условие Стефана. Задача о промерзании влажного грунта (классическая задача Стефана). Приближенные методы решения задачи Стефана. Метод Лейбензона. Задача о промерзании трубопровода. Задачи промерзания-протаивания во влажных грунтах с учетом неполного замерзания воды.	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
6	<b>Тема 6. Теплообмен излучением.</b> Основные закономерности лучистого теплообмена (законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа; коэффициенты поглощения, отражения и пропускания; степень черноты). Классические задачи теплообмена излучением (теплообмен между двумя плоскими параллельными пластинами; теплообмен между двумя поверхностями тел в замкнутом пространстве). Примеры. Особенности излучения и поглощения в газах.	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

7	<b>Тема 7. Безразмерные параметры теплообмена.</b> Теория подобия. Числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Био, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Фруда, Струхала, Якоба, Стефана и их физический смысл.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
8	<b>Тема 8. Конвективный теплообмен.</b> Особенности конвективного теплообмена и факторы, влияющие на его интенсивность (вид конвекции: свободная или вынужденная; режим течения: ламинарный или турбулентный; физические свойства жидкости или газа; форма и состояние поверхности). Система уравнений, условия замыкания, аналогия Рейнольдса. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теория пограничного слоя. Основные уравнения динамического и теплового пограничных слоев. Теплообмен и трение при обтекании плоской пластины. Теплообмен и трение при градиентных течениях. Описание свободной конвекции. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при течении в трубах и каналах. Влияние переменнойности свойств на теплообмен. Методы интенсификации теплообмена	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	(оребрение поверхностей и др.).							
9	<b>Тема 9. Тепломассообмен при испарении, кипении и конденсации.</b> Задачи тепло- и массообмена в двухфазных средах. Испарение, кипение, конденсация. Физические процессы, происходящие при испарении. Скорость испарения. Температура поверхности при испарении. Испарение воды. Влажный воздух. Скорость сушки. Испарение нефтепродуктов. Особенности тепломассообмена при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Физические процессы и тепломассообмен, происходящие при конденсации. Критериальные уравнения массообмена.	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
	<b>Всего</b>	20	48	0,2	39,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теория тепло- масса переноса» на 9 семестр

Очно-заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	62,2
лекций	20
практических/ семинарских	42
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)	45,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

зачет 9 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	ПР/СЕМ	ФКР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Тема 1. Основные уравнения теории теплопереноса.</b> Основные понятия и общие закономерности процессов теплопереноса. Виды теплопереноса. Стационарные и нестационарные температурные поля. Закон Фурье. Коэффициенты тепло- и теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Классификация граничных условий. Одномерное уравнение теплопроводности для тонкого стержня или трубы с конвективным переносом тепла и с теплообменом на боковой поверхности. Закон Фика и уравнение диффузии. Закон Дарси и уравнение фильтрации.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
2	<b>Тема 2. Стационарные задачи теории теплопроводности.</b> Стационарные температурные поля в пластине, в цилиндрической и сферической областях, в плоской и цилиндрической стенках при	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	различных граничных условиях. Стационарное одномерное температурное поле с объемными источниками тепла. Задача о притоке жидкости к скважине.							
3	<b>Тема 3. Стационарный метод измерения коэффициента теплопроводности.</b> Классификация методов измерения теплофизических параметров.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
4	<b>Тема 4. Нестационарные задачи теории теплопроводности.</b> Методы решения нестационарных задач. Метод разделения переменных. Операторный (операционный) метод. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его физический смысл. Использование функций Грина для решения нестационарных задач теории теплопроводности. Температурное поле неподвижного непрерывного источника. Функция ошибок Гаусса. Температурное поле движущегося непрерывного источника. Нестационарное одномерное температурное поле в неограниченной, полугораниченной и ограниченной среде. Температурное поле линейного неподвижного источника. Интегральная показательная функция. Нагрев и охлаждение	4	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	плоской пластины (плоской стенки), сплошного и полого цилиндров (цилиндрической стенки), шара при различных граничных условиях. Примеры. Температурные волны.							
5	<b>Тема 5. Задачи с фазовыми переходами промерзания и протаивания.</b> Общая постановка задачи. Условие Стефана. Задача о промерзании влажного грунта (классическая задача Стефана). Приближенные методы решения задачи Стефана. Метод Лейбензона. Задача о промерзании трубопровода. Задачи промерзания-протаивания во влажных грунтах с учетом неполного замерзания воды.	2	6	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
6	<b>Тема 6. Теплообмен излучением.</b> Основные закономерности лучистого теплообмена (законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа; коэффициенты поглощения, отражения и пропускания; степень черноты). Классические задачи теплообмена излучением (теплообмен между двумя плоскими параллельными пластинами; теплообмен между двумя поверхностями тел в замкнутом пространстве). Примеры. Особенности излучения и поглощения в газах.	2	4	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

7	<b>Тема 7. Безразмерные параметры теплообмена.</b> Теория подобия. Числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Био, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Фруда, Струхала, Якоба, Стефана и их физический смысл.	2	4	0,02	6,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
8	<b>Тема 8. Конвективный теплообмен.</b> Особенности конвективного теплообмена и факторы, влияющие на его интенсивность (вид конвекции: свободная или вынужденная; режим течения: ламинарный или турбулентный; физические свойства жидкости или газа; форма и состояние поверхности). Система уравнений, условия замыкания, аналогия Рейнольдса. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теория пограничного слоя. Основные уравнения динамического и теплового пограничных слоев. Теплообмен и трение при обтекании плоской пластины. Теплообмен и трение при градиентных течениях. Описание свободной конвекции. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при течении в трубах и каналах. Влияние переменнойности свойств на теплообмен. Методы интенсификации теплообмена	2	4	0,02	6,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест



	(оребрение поверхностей и др.).							
9	<b>Тема 9. Тепломассообмен при испарении, кипении и конденсации.</b> Задачи тепло- и массообмена в двухфазных средах. Испарение, кипение, конденсация. Физические процессы, происходящие при испарении. Скорость испарения. Температура поверхности при испарении. Испарение воды. Влажный воздух. Скорость сушки. Испарение нефтепродуктов. Особенности тепломассообмена при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Физические процессы и тепломассообмен, происходящие при конденсации. Критериальные уравнения массообмена.	2	4	0,02	6,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
	<b>Всего</b>	20	42	0,2	45,8			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Теория тепло- масса переноса» на зимнюю сессию

заочная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	22,2
лекций	6
практических/ семинарских	16
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)	81,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма(ы) контроля:

зачет зимняя сессия

№ 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	ПР/СЕМ	ФКР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Тема 1. Основные уравнения теории теплопереноса.</b> Основные понятия и общие закономерности процессов теплопереноса. Виды теплопереноса. Стационарные и нестационарные температурные поля. Закон Фурье. Коэффициенты тепло- и теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Классификация граничных условий. Одномерное уравнение теплопроводности для тонкого стержня или трубы с конвективным переносом тепла и с теплообменом на боковой поверхности. Закон Фика и уравнение диффузии. Закон Дарси и уравнение фильтрации.	1	2	0,02	4,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
2	<b>Тема 2. Стационарные задачи теории теплопроводности.</b> Стационарные температурные поля в пластине, в цилиндрической и сферической областях, в плоской и цилиндрической стенках при	1	2	0,02	8,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	различных граничных условиях. Стационарное одномерное температурное поле с объемными источниками тепла. Задача о притоке жидкости к скважине.							
3	<b>Тема 3. Стационарный метод измерения коэффициента теплопроводности.</b> Классификация методов измерения теплофизических параметров.	1	2	0,02	10,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
4	<b>Тема 4. Нестационарные задачи теории теплопроводности.</b> Методы решения нестационарных задач. Метод разделения переменных. Операторный (операционный) метод. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его физический смысл. Использование функций Грина для решения нестационарных задач теории теплопроводности. Температурное поле неподвижного непрерывного источника. Функция ошибок Гаусса. Температурное поле движущегося непрерывного источника. Нестационарное одномерное температурное поле в неограниченной, полугораниченной и ограниченной среде. Температурное поле линейного неподвижного источника. Интегральная показательная функция. Нагрев и охлаждение	1	2	0,02	10,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	плоской пластины (плоской стенки), сплошного и полого цилиндров (цилиндрической стенки), шара при различных граничных условиях. Примеры. Температурные волны.							
5	<b>Тема 5. Задачи с фазовыми переходами промерзания и протаивания.</b> Общая постановка задачи. Условие Стефана. Задача о промерзании влажного грунта (классическая задача Стефана). Приближенные методы решения задачи Стефана. Метод Лейбензона. Задача о промерзании трубопровода. Задачи промерзания-протаивания во влажных грунтах с учетом неполного замерзания воды.	1	2	0,02	8,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
6	<b>Тема 6. Теплообмен излучением.</b> Основные закономерности лучистого теплообмена (законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа; коэффициенты поглощения, отражения и пропускания; степень черноты). Классические задачи теплообмена излучением (теплообмен между двумя плоскими параллельными пластинами; теплообмен между двумя поверхностями тел в замкнутом пространстве). Примеры. Особенности излучения и поглощения в газах.		2	0,02	8,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

7	<b>Тема 7. Безразмерные параметры теплообмена.</b> Теория подобия. Числа Фурье, Пекле, Нуссельта, Био, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Рэлея, Фруда, Струхала, Якоба, Стефана и их физический смысл.		2	0,02	16,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
8	<b>Тема 8. Конвективный теплообмен.</b> Особенности конвективного теплообмена и факторы, влияющие на его интенсивность (вид конвекции: свободная или вынужденная; режим течения: ламинарный или турбулентный; физические свойства жидкости или газа; форма и состояние поверхности). Система уравнений, условия замыкания, аналогия Рейнольдса. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теория пограничного слоя. Основные уравнения динамического и теплового пограничных слоев. Теплообмен и трение при обтекании плоской пластины. Теплообмен и трение при градиентных течениях. Описание свободной конвекции. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при течении в трубах и каналах. Влияние переменности свойств на теплообмен. Методы интенсификации теплообмена	1	1	0,02	8,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест

	(оребрение поверхностей и др.).							
9	<b>Тема 9. Тепломассообмен при испарении, кипении и конденсации.</b> Задачи тепло- и массообмена в двухфазных средах. Испарение, кипение, конденсация. Физические процессы, происходящие при испарении. Скорость испарения. Температура поверхности при испарении. Испарение воды. Влажный воздух. Скорость сушки. Испарение нефтепродуктов. Особенности тепломассообмена при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Физические процессы и тепломассообмен, происходящие при конденсации. Критериальные уравнения массообмена.		1	0,02	8,4	[1-2]	Читать литературу, лекции	Реферат тест
	<b>Всего</b>	6	16	0,2	81,8			

**Рейтинг-план дисциплины**  
**«Теория тепло- масса переноса»**

направление «Материаловедение и технология материалов»  
курс 4 , семестр 1

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Доклад на семинарских занятиях	0-5	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа (тестирование)	0-5	5	0	20
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1 Доклад на семинарских занятиях	0-5	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа (тестирование)	0-5	5	0	20
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет				
2. Поощрительный рейтинг				10
3. Непосещение лекционных занятий				-6
4. Непосещение семинарских занятий				-10
<b>Итого</b>				<b>90</b>