

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра тепловых электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Тепло- и массоперенос в материалах и процессах

Образовательная программа: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль:
Материаловедение и технологии машиностроительных материалов

Курс: 2, семестр : 4

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	71
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	15
10	Самостоятельная работа, час.	145
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

ФГОС введен в действие приказом №1331 от 12.11.2015 г. , дата утверждения: 14.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТЭС, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Шаров Ю. И.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Елистратов С. Л.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
37. знать основные понятия, используемые для описания процессов переноса тепла и массы
39. знать основные законы процессов теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массопереноса
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; в части следующих результатов обучения:
31. знать современные методы исследования тепловых процессов
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; в части следующих результатов обучения:
y1. уметь применять законы массопереноса к описанию диффузионных процессов в области материаловедения

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Тепло- и массоперенос в материалах и процессах</i>	
ОПК.3.37 знать основные понятия, используемые для описания процессов переноса тепла и массы	
1. знать основные понятия, используемые для описания процессов переноса тепла и массы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.3.39 знать основные законы процессов теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массопереноса	
2. знать основные законы процессов теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массопереноса	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.31 знать современные методы исследования тепловых процессов	
3. знать современные методы исследования тепловых процессов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.y1 уметь применять законы массопереноса к описанию диффузионных процессов в области материаловедения	
4. уметь применять законы массопереноса к описанию диффузионных процессов в области материаловедения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Теплопроводность				
1. Теплопроводность в материалах и процессах	2	10	1, 2, 3, 4	Ведет конспект
Дидактическая единица: Конвективный перенос				
2. Вынужденная и свободная конвекция	2	12	1, 2, 3, 4	Ведет конспект
Дидактическая единица: Лучистый теплоперенос				

3. Основные законы лучистого теплопереноса	2	6	1, 2, 3, 4	Ведет конспект
Дидактическая единица: Расчеты теплообменников				
4. Расчет теплообменных аппаратов	2	8	1, 2, 3, 4	Расчет теплообменников

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Теплопроводность				
1. Теплопроводность в разных средах	1	4	1, 2, 3, 4	Выполняет расчеты, оформляет отчет и защищает его
Дидактическая единица: Конвективный перенос				
2. Задачи по конвективному переносу	2	6	1, 2, 3, 4	Выполняет расчеты под руководством преподавателя
Дидактическая единица: Лучистый теплоперенос				
3. Задачи по лучистому переносу теплоты	1	4	1, 2, 3, 4	Выполняет расчеты под руководством преподавателя
Дидактическая единица: Расчеты теплообменников				
4. Задачи по расчету теплообменников	0	4	1, 2, 3, 4	Выполняет расчеты под руководством преподавателя

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Самостоятельная работа				
1. Самостоятельное изучение теоретического материала	0	70	1, 2, 3, 4	Самостоятельно изучает основные разделы курса

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4	50	10
Расчет водяного экономайзера: Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	25	5
Подготовка к лекциям и практикам: Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4	0	0
: Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf				

4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	0	0
: Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4	70	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Социальные сети
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Критический диаметр тепловой изоляции	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	5	10
Контролирующие материалы - тесты		
<i>Лекция:</i>	5	10
Контролирующие материалы - тесты		
<i>Практические занятия:</i>	5	10
Контролирующие материалы - тесты		
<i>РГЗ:</i>	15	30

Контролирующие материалы - Комплект заданий		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы - Экзаменационный билет		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.3	з7. знать основные понятия, используемые для описания процессов переноса тепла и массы	+	
	з9. знать основные законы процессов теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массопереноса	+	
ОПК.4	з1. знать современные методы исследования тепловых процессов		+
ПК.6	у1. уметь применять законы массопереноса к описанию диффузионных процессов в области материаловедения		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Шаров Ю. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций / Шаров Ю. И. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000159256. - Загл. с тит. экрана.
2. Шаров Ю. И. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для студентов специальности 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств", бакалавров направления 140100 "Теплоэнергетика" всех форм обучения / Шаров Ю. И. - Новосибирск, 2007 (2008). - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156294. - Загл. с этикетки диска.
3. Шаров Ю. И. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Ю. И. Шаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182697. - Загл. с этикетки диска.
4. Комплексные исследования ТЭС с новыми технологиями : [монография / П. А. Щинников и др.]. - Новосибирск, 2005. - 527 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000044903

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Основы теплопередачи : сборник лабораторных работ : методические указания для ФЭН всех форм обучения и всех направлений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. И. Шаров, П. А. Щинников]. - Новосибирск, 2011. - 37, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4010.pdf

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Пирометр Optris MS	Для проведения лабораторных работ
2	Лабораторный стенд №1 в комплекте	Для проведения лабораторных работ

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Тепло- и массоперенос в материалах и процессах приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности	з7. знать основные понятия, используемые для описания процессов переноса тепла и массы	Теплопроводность в разных средах	РГЗ, разделы 1, 2, 4, 5	
ОПК.3	з9. знать основные законы процессов теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного массопереноса	Теплопроводность в разных средах	РГЗ, разделы 1, 3	
ОПК.4 способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	з1. знать современные методы исследования тепловых процессов	Теплопроводность в материалах и процессах		Экзамен, вопросы 4, 7, 8, 9
ПК.6 способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	у1. уметь применять законы массопереноса к описанию диффузионных процессов в области материаловедения	Теплопроводность в материалах и процессах		Экзамен, вопросы 1, 2, 3, 7

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.4, ПК.6.

Экзамен проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего

контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.4, ПК.6, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах и процессах», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам. Тест состоит из 10 вопросов и охватывает основные темы дисциплины, список тем приведен ниже в разделе 4. За каждый правильный ответ студент получает 4 бала.

Пример тестов для экзамена

1. **Какое значение числа Рейнольдса соответствует переходу к турбулентному режиму при вынужденной конвекции?**
A) 1000
B) 2300
C) 5000
D) 10000
2. **Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху?**
A) Теплопроводностью
B) Конвекцией
C) Радиацией
D) Всеми перечисленными (A+B+C)
3. **Каким способом передается теплота в твердых телах?**
A) Теплопроводностью
B) Конвекцией
C) Радиацией
D) Всеми перечисленными (A+B+C)
4. **Какое значение числа Грасгофа соответствует переходу к турбулентному режиму при свободной конвекции?**
A) 300
B) 500
C) 5000
D) $2 \cdot 10^7$
5. **Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?**
A) Теплопроводностью
B) Конвекцией
C) Радиацией
D) Всеми перечисленными (A+B+C)
6. **Какой теплообменник компактнее при равных условиях?**
A) Прямоточный
B) Противоточный
B) Смешанный

7. Какое значение числа Рейнольдса соответствует ламинарному режиму движения жидкости?

- A) 1000
- B) 3000
- C) 5000
- D) 10000

8. Какое значение числа Грасгофа соответствует переходному режиму при свободной конвекции?

- A) 300
- B) 400
- C) 5000
- D) $2 \cdot 10^7$

9. В каком теплообменнике больше переданная теплота при равных условиях?

- A) В прямоточном
- Б) В противоточном
- В) В смешанном

10. Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$?

- A) 0,14
- Б) 0,8
- В) 0,2
- Г) 0,5

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный тест считается **неудовлетворительным**, если студент ответил менее 40 % вопросов, оценка составляет 0 – 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **пороговом** уровне, если студент ответил на 41 – 55 % вопросов, оценка составляет 11 – 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **базовом** уровне, если студент ответил на 56 – 75 % вопросов, оценка составляет 21-34 баллов.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент ответил более 75% вопросов, оценка составляет 35 – 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине зачетные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах и процессах»

1. Конвективный теплообмен (свободная и вынужденная конвекция); физические свойства жидкостей.
2. Пограничный слой (гидродинамический, тепловой).
3. Дифференциальные уравнения, описывающие конвективную теплоотдачу (конвективной теплоотдачи, энергии, движения, сплошности).
4. Условия однозначности (геометрические, физические, начальные, граничные).

5. Теория подобия физических явлений (три теоремы подобия).
6. Числа (критерии) подобия конвективного теплообмена (Рейнольдса, Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Эйлера).
7. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах и каналах (эквивалентный диаметр). Уравнения подобия для вынужденной и свободной конвекции (критериальные уравнения).
8. Расчет теплообменных аппаратов.
9. Тепломассообмен при изменении агрегатного состояния вещества (при кипении жидкости и конденсации пара).
10. Тепломассообмен при химических реакциях.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах и процессах», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать теплопередачу от дымовых газов парогенератора к воде в водяном экономайзере.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выполнить 2-3 приближения.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Конвективная теплоотдача от газов
2. Лучистая теплоотдача от газов к стенке
3. Конвективная теплоотдача к воде в трубах экономайзера
4. Теплопередача через трехслойную цилиндрическую стенку
5. Расчет температур и построение графика

Вопросы для подготовки к защите РГЗ

1. Пояснить расчетные формулы конвективной и лучистой теплоотдачи от дымовых газов к стенке
2. Показать уравнения подобия конвективной теплоотдачи к воде в зависимости от режима течения (ламинарный, переходный, турбулентный)
3. Пояснить график изменения температур

Оцениваемые позиции:

1. Последовательность изложения методики расчета
2. Достоверность результатов расчетов
3. Умение анализировать и обосновывать выбор данных
4. Качество оформления пояснительной записки РГЗ

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ (Р), отсутствует анализ полученных результатов, при защите не ответил на заданные вопросы, оценка составляет 0 - 14 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент выполнил работу в соответствии с заданием и оформил, ответил на половину вопросов при защите оценка составляет 15 - 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент выполнил и оформил работу в соответствии с заданием, ответил более, чем на половину вопросов при защите, оценка составляет 21-24 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент верно выполнил и оформил работу, ответил на большинство вопросов при защите, оценка составляет 25 – 30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень исходных данных для РГЗ(Р)

№	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$d_1, \text{мм}$	$d_2, \text{мм}$	$\delta_c, \text{мм}$	$\delta_H, \text{мм}$	$w_1, \text{м/с}$	$w_2, \text{м/с}$
1	1200	350	25	20	0,5	3,0	6	1,00
2	800	270	30	24	1,5	2,5	12	0,40