

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.  
«15» июня 2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000147979)**

**Теплотехника и основы теплопередачи**

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Материаловедение и технология новых материалов

Форма обучения очная  
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ТАОМ

Обеспечивающая кафедра ТАОМ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
6	3	108	20	4	16	0	68	0	Зч
7	2	72	12	4	8	0	12	36	Э
<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>36</b>	

Москва  
2020

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы  
Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

Авторы программы:

Габидуллин Э.Р.

---

Заведующий обеспечивающей кафедрой

ТАОМ

---

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТАОМ

Директор выпускающего филиала

---

---

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Теплотехника и основы теплопередачи является достижение следующих результатов освоения(РО):

№	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПК-3)	Знать способы прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов при стандартизации и сертификации
2	З-1(ПК-7)	Знать виды моделирования, принципы построения моделей, описывающих поведение систем и процедуры моделирования технологических процессов.
3	З-1(ПК-11)	Знать требования технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов
4	У-1(ПК-3)	Уметь использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов
5	У-1(ПК-7)	Уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления для математического и имитационного моделирования
6	У-1(ПК-11)	Уметь проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности
7	В-1(ПК-7)	Владеть способами оптимизации и моделирования технологии производства для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов
8	В-2(ПК-11)	Владеть принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов
2	ПК-3	Готовность использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов
3	ПК-7	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Теплотехника и основы теплопередачи является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

№	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Экология	Материаловедение и технологии конструкционных материалов 1
2	Научные основы материаловедения	Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2
3	Общая химия 1 неорганическая химия	Новые конструкционные и функциональные материалы (Материалы с особыми физико-химическими и физическими свойствами)
4	Учебная практика 1	Итоговая гос. аттестация
5	Математический анализ	Моделирование технологических процессов (Моделирование систем)
6	Теория вероятностей и математическая	

	статистика	
7	Численные методы	

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	КСР	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Теплопередача 6 сем.	Введение.	2	0	0	0	6	8	108
	Основные виды теплообмена и методы их исследования.	4	0	4	0	16	24	
	Распространение тепла теплопроводностью.	6	4	8	0	22	40	
	Конвективный теплообмен.	4	0	4	0	14	22	
	Теплообмен излучением.	4	0	0	0	10	14	
Теплопередача 7 сем.	Сложный теплообмен.	2	0	0	0	2	4	72
	Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	10	4	8	0	10	32	
<b>Всего</b>		<b>32</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>144</b>	<b>180</b>

#### 3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

*В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.*

- 1. Роль тепловых явлений в технике и технологии. Краткая история развития учения о теплообмене.
- 2. Применение теории теплообмена в инженерных расчетах технологических процессов.
- 3. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.
- 4. Температура, температурное поле, градиент температур, тепловой поток.
- 5. Закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности.
- 6. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Условия однозначности для уравнения теплопроводности.
- 7. Первый закон термодинамики.
- 8. Теория подобия, критерии подобия. Основная теорема подобия.
- 9. Правила составления критериев подобия. Критериальные уравнения.
- 10. Математическое описание процесса теплопроводности.

- 11. Теплопроводность при стационарном режиме в плоской, цилиндрической, шаровой стенках.
- 12. Теплопроводность в телах неправильной формы.
- 13. Уравнение Ньютона. Теплопередача при стационарном режиме через однородные и многослойные плоские, цилиндрические и шаровые стенки.
- 14. Критерий Био и его роль в изучении процессов теплообмена.
- 15. Обобщенный анализ процесса теплопроводности при нестационарном режиме.
- 16. Регулярный режим нагревания (охлаждения) тел.
- 17. Нестационарный теплообмен в полуограниченном теле и неограниченной пластине.
- 18. Особенности конвективного теплообмена на поверхности твердого тела.
- 19. Особенности процессов переноса в турбулентном режиме.
- 20. Критерии подобия и критериальные уравнения для свободного и вынужденного движения жидкости. Критерии подобия и критериальные уравнения для свободного и
- 21. Критерии подобия и критериальные уравнения для свободного и вынужденного движения жидкости.
- 22. Гидродинамический пограничный слой при ламинарном режиме течения.
- 23. Тепловой пограничный слой.
- 24. Основные понятия передачи тепла излучением.
- 25. Основные законы теплового излучения.
- 26. Определение температур излучающих тел.
- 27. Лучистый теплообмен между твердыми телами.
- 28. Экранирование тел.
- 29. Особенности излучения газов.
- 30. Теплообмен между газом и оболочкой.
- 31. Суммарный тепловой поток на поверхности твердого тела. Определение общего коэффициента теплоотдачи.
- 32. Расчет коэффициента теплоотдачи лучеиспусканием.
- 33. Частные случаи сложного теплообмена.
- 34. Определение теплофизических свойств материалов.
- 35. Инженерный расчет теплопроводности при стационарном и нестационарном режиме.
- 36. Топливо. Горение различных видов топлива.
- 37. Теплогенерация в рабочем теле при приложении к нему разности потенциалов.
- 38. Теплогенерация в рабочем теле, находящемся в переменном электромагнитном поле.
- 39. Огнеупорные материалы и условия их работы.
- 40. Высокоогнеупорные изделия из чистых соединений.

- 41. Плавильные и нагревательные печи.
- 42. Сушила.
- 43. Компьютерное моделирование процессов теплопередачи.

### 3.2. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1. Введение.	2	Введение.	1, 2
2	1.2. Основные виды теплообмена и методы их исследования.	2	Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.	3, 4, 5
3	1.2. Основные виды теплообмена и методы их исследования.	2	Методы исследования теплообмена.	5, 6, 7, 8, 9
4	1.3. Распространение тепла теплопроводностью.	2	Теплопроводность при стационарном режиме.	10, 11, 12, 13
5	1.3. Распространение тепла теплопроводностью.	4	Теплопроводность при нестационарном режиме.	14, 15, 16, 17
6	1.4. Конвективный теплообмен.	4	Конвективный теплообмен.	18, 19, 20, 21, 22, 23
7	1.5. Теплообмен излучением.	2	Основные понятия и законы теплового излучения.	24, 25
8	1.5. Теплообмен излучением.	2	Лучистый теплообмен.	26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
9	2.1. Сложный теплообмен.	2	Сложный теплообмен.	29, 30, 31, 32, 34
10	2.2. Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	2	Способы генерации теплоты.	34, 35, 36, 37, 38
11	2.2. Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	2	Устройство и материалы нагревательных печей.	39, 40, 41, 42
12	2.2. Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	6	Компьютерное моделирование процессов теплопередачи.	43
<b>Итого:</b>		<b>32</b>		

### 3.3. Содержание лекций.

#### 1.1.1. Введение. (АЗ: 2, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

#### 1.2.1. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла. (АЗ: 2, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.2.2. Методы исследования теплообмена. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.3.1. Теплопроводность при стационарном режиме. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.3.2. Теплопроводность при нестационарном режиме. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.4.1. Конвективный теплообмен. (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.5.1. Основные понятия и законы теплового излучения. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**1.5.2. Лучистый теплообмен. (АЗ: 2, СРС: 6)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.1.1. Сложный теплообмен. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.2.1. Способы генерации теплоты. (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.2.2. Устройство и материалы нагревательных печей. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

### 2.2.3. Компьютерное моделирование процессов теплопередачи. (АЗ: 6, СРС: 1)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

### 3.4. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.3. Распространение тепла теплопроводностью.	4	Практические расчеты переноса тепла теплопроводностью, кон-векцией и излучением.	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
2	2.2. Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	4	Теплотехнические расчеты в металлургии.	34, 35, 36, 37, 38
<b>Итого:</b>		<b>8</b>		

### 3.5. Содержание практических занятий

#### 1.3.1. Практические расчеты переноса тепла теплопроводностью, кон-векцией и излучением. (АЗ: 4, СРС: 6)

**Форма организации:** Практическое занятие

#### 2.2.1. Теплотехнические расчеты в металлургии. (АЗ: 4, СРС: 2)

**Форма организации:** Практическое занятие

### 3.6. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Объем, часов	Дидакт. единицы
1	1.2. Основные виды теплообмена и методы их исследования	Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей.	Информационные технологии	4	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
2	1.3. Распространение тепла теплопроводностью.	Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями.	Материаловедение и термическая обработка.	8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3	1.4. Конвективный теплообмен.	Определение охлаждающей способности закалочных сред.	Материаловедение и термическая обработка.	4	18, 19, 20, 21, 22, 23
4	2.2. Инженерные приложения в теплотехнике	Зависимость времени нагрева изделий от расположения их в печи.	Материаловедение и термическая обработка.	4	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41



	ских расчетах.				
5	2.2.Инженерные приложения в теплотехнических расчетах.	Тепловой баланс электрической печи сопротивления.	Материаловедение и термическая обработка.	4	36, 37, 38, 39, 40, 41
<b>Итого:</b>				24	

### 3.7.Содержание лабораторных работ

**1.2.1. Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей. (АЗ: 4, СРС: 8)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.3.1. Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями. (АЗ: 8, СРС: 8)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.4.1. Определение охлаждающей способности закалочных сред. (АЗ: 4, СРС: 8)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**2.2.1. Зависимость времени нагрева изделий от расположения их в печи. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**2.2.2. Тепловой баланс электрической печи сопротивления. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

### 3.8.Контроль самостоятельной работы (КСР)

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема КСР
<b>Итого:</b>			

### 3.9.Содержание КСР

#### 3.10.Курсовые работы и проекты по дисциплине

#### 3.11.Промежуточная аттестация

1.

**Прикрепленные файлы:** Зачет (6 семестр).doc

2.

**Прикрепленные файлы:** Экзамен (7 семестр).doc

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся

	применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	Лекции: 1. Методы исследования теплообмена.. 2. Сложный теплообмен.. 3. Способы генерации теплоты.. 4. Устройство и материалы нагревательных печей.. Лабораторные работы: 1. Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей.. 2. Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями.. 3. Определение охлаждающей способности закалочных сред.. 4. Тепловой баланс электрической печи сопротивления..
2	ПК-3	Готовность использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов	Лекции: 1. Введение.. 2. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.. 3. Методы исследования теплообмена.. 4. Теплопроводность при стационарном режиме.. 5. Теплопроводность при нестационарном режиме.. 6. Конвективный теплообмен.. 7. Основные понятия и законы теплового излучения.. 8. Лучистый теплообмен.. 9. Способы генерации теплоты.. 10. Устройство и материалы нагревательных печей.. 11. Компьютерное моделирование процессов теплопередачи.. Лабораторные работы: 1. Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей.. 2. Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями.. 3. Определение охлаждающей способности закалочных сред.. 4. Зависимость времени нагрева изделий от

			расположения их в печи.. 5. Тепловой баланс электрической печи сопротивления..
3	ПК-7	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Лекции: 1. Введение.. 2. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.. 3. Методы исследования теплообмена.. 4. Теплопроводность при стационарном режиме.. 5. Теплопроводность при нестационарном режиме.. 6. Конвективный теплообмен.. 7. Основные понятия и законы теплового излучения.. 8. Лучистый теплообмен.. 9. Сложный теплообмен.. 10. Способы генерации теплоты.. Лабораторные работы: 1. Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей.. 2. Определение охлаждающей способности закалочных сред.. 3. Зависимость времени нагрева изделий от расположения их в печи.. 4. Тепловой баланс электрической печи сопротивления..

### Вопросы к промежуточной аттестации

#### «Теплотехника и основы теплопередачи»

##### 1. Зачет (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (6 семестр).doc

##### 2. Экзамен (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (7 семестр).doc

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Теплотехника. М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015, 424 с.

- ISBN 978-5-905554-80-3.

2. Овчинников В.В. Оборудование термических цехов. М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИН-ФРА-М, 2014, 368 с.

- ISBN 978-5-8199-0561-6.

б) дополнительная литература:

1. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен. М.: НИЦ Инфра-М, 2012, 464 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	<a href="http://elsau.ru">http://elsau.ru</a>
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"</b>	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт".	<a href="http://text.rucont.ru">http://text.rucont.ru</a>
<b>ООО "ИВИС"</b>	
ООО "ИВИС".	<a href="http://ivis.ru">http://ivis.ru</a>
<b>ООО "Интегратор авторского права"</b>	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>

<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	<a href="http://dvs.rsl.ru">http://dvs.rsl.ru</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	<a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>
База данных GreenFile компании EBSCO.	<a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a> .
<b>Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"</b>	
American Physical Society American Mathematical Society	<a href="http://publish.aps.org/">http://publish.aps.org/</a> <a href="http://www.ams.org/mathscinet/index.html">http://www.ams.org/mathscinet/index.html</a>
<b>ФГБУ "ГПНТБ России"</b>	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
База данных Scopus издательства Elsevier.	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД <a href="http://www.mathscinet.org/">MathSciNet via EBSCOhost</a> .	<a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> <a href="http://www.elsevier.com/locate/science-direct">http://www.elsevier.com/locate/science-direct</a>
<b>РФФИ</b>	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	<a href="http://pubs.acs.org">http://pubs.acs.org</a> .

## **8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на

следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимание его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

*Лекции:*

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание

на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выво-

ды и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы,

дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных

теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений,

разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, реко-

мендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины

(РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.

- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.

- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.

- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой

тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях.

Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений

на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать

ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

#### *Семинарские занятия:*

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й – закрепление и уг-

лубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения

рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его

участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять

максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и

аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню

(простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознако-

миться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах

и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготов=



ки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей,  
ответить на контрольные вопросы.

*Подготовка к зачётам и экзаменам:*

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачёту обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

*Методические рекомендации к заданиям:*

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкрет-

ные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лаборатория "Материаловедение и термическая обработка", 2 компьютерных класса на 16 и 14 рабочих мест

объединенные в ЛВС, принтеры, сканеры, проектор для презентаций, выход в Internet.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина Теплотехника и основы теплопередачи является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) ТАОМ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-11, ПК-3, ПК-7.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: основными положениями термодинамики, теории переноса теплоты и вещества, а также инженерных проблем использования тепловых расчетов в области профессиональной деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (6 семестр), Экзамен (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (32 часов), практические (8 часов), лабораторные (24 часов) занятия и (80 часов) самостоятельной работы студента. Целью освоения дисциплины является изучение основ теории тепло- и массообмена, вопросов тепловой работы металлургического теплового оборудования и устройств. Дисциплина «Теплотехника и основы теплопередачи» относится к числу дисциплин учебного плана, обеспечивающих переход от изучения общетеоретических дисциплин физико-математического цикла к изучению технологических дисциплин по изучаемому студентами профилю подготовки. Это способствует реализации непрерывности физико-математической подготовки бакалавров.

**Прикрепленные файлы**

Зачет (6 семестр).doc

**Промежуточная аттестация №1**  
**Зачет (6 семестр)**

**Семестр: 6**

**Вид контроля: Зч**

**Вопросы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»_____20
	Билет № 1 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Виды теплообмена. Температурное поле. 2. Совместное действие теплопроводности и конвекции.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 2 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Нестационарный теплообмен с малой интенсивностью.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 3 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Уравнение Ньютона. 2. Тепловой поток.		

<p>Министерство образования и науки Российской Федерации</p> <p>Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Зав. кафедрой ТАОМ</p> <p>Овчинников А.В.</p> <p>«__»____20</p>
	<p>Билет № 4</p> <p>по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи»</p> <p>Составил Габидуллин Э.Р.</p> <p>_____</p>	

1. Первый закон термодинамики.
2. Условия однозначности для уравнения теплопроводности.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 5 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
2. Критерии подобия.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 6 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
2. Стационарная теплопроводность плоской стенки.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»_____20
	Билет № 7 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Основы теории подобия. 2. Стационарная теплопроводность цилиндрической стенки.		

<p>Министерство образования и науки Российской Федерации</p> <p>Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Зав. кафедрой ТАОМ</p> <p>Овчинников А.В.</p> <p>«__»____20</p>
	<p>Билет № 8</p> <p>по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи»</p> <p>Составил Габидуллин Э.Р.</p> <p>_____</p>	

1. Критериальные уравнения.
2. Коэффициенты вязкости, динамической вязкости и кинематической вязкостью.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 9 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки. 2. Критерий Био.		

<p>Министерство образования и науки Российской Федерации</p> <p>Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Зав. кафедрой ТАОМ</p> <p>Овчинников А.В.</p> <p>«__»____20</p>
	<p>Билет № 10</p> <p>по дисциплине</p> <p>«Теплотехника и основы теплопередачи»</p> <p>Составил Габидуллин Э.Р.</p> <p>_____</p>	



1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки.
2. Режимы движения жидкости. Пограничный слой.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 11 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопроводность тел неправильной формы при стационарном режиме. Многослойные стенки.  2. Критерии, описывающие конвективный теплообмен.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 12 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Теплопроводность при стационарном режиме сферической стенки.
2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 13 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки.  2. Определение толщины пограничного слоя при движении жидкости.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 14 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки.
2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при свободном движении жидкости.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Билет № 15 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Критерий Био (Bi) и его роль при изучении теплообменных процессов. 2. Общее описание процесса конвективного теплообмена.		

## Промежуточная аттестация №2

Экзамен (7 семестр)

**Семестр: 7**

**Вид контроля: Э**

**Вопросы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Излучение газов. 2. Совместное действие теплового излучения, теплопроводности и конвекции.		

<p>Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20</p>
	<p>Экзаменационный билет № 2 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	

1. Горение топлива.
2. Численные методы расчета температурных полей.

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 3 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Элементарный состав топлива. 2. Лучеиспускание газов.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 4 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Первый закон термодинамики. 2. Действие защитных экранов от теплового излучения.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 5 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи»» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Нагревательные печи.  2. Лучистый теплообмен между телами.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 6 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Тепловой баланс печи. 2. Закон Кирхгофа.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 7 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплота сгорания. 2. Закон Стефана-Больцмана.		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 8 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Критериальные уравнения. 2. Закон Планка.		

Министерство образования и науки	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой
-------------------------------------	---	----------------------------

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 9 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
<p>1. Огнеупорные материалы.</p> <p>2. Закон Стефана–Больцмана.</p>		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 10 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Высокоогнеупорные изделия из чистых соединений. 2. Теплоотдача лучеиспусканием.		

Министерство образования и науки	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой
-------------------------------------	---	----------------------------



Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 11 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
<p>1. Теплообменные аппараты.</p> <p>2. Закон Кирхгофа.</p>		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 12 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Лучистый теплообмен между двумя параллельными пластинами. 2. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия.		

Министерство образования и науки	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой
-------------------------------------	---	----------------------------

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 13 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
<p>1. Тепловой баланс нагревательной печи.</p> <p>2. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.</p>		

Министерство образования и науки Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20
	Экзаменационный билет № 14 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Компьютерное моделирование процессов теплопередачи. 2. Закон Вина.		

Министерство образования и науки	Кафедра «Технология и автоматизация обработки материалов»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой
-------------------------------------	---	----------------------------

<p>Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Экзаменационный билет № 15 по дисциплине «Теплотехника и основы теплопередачи» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В.  «__»____20</p>
<p>1. Теплотворная способность топлива. 2. Закон Ламберта.</p>		