

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.
«26» июня 2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000147985)

Тепловые процессы и агрегаты

(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
Итого	5	180	32	8	24	0	80	36	

Москва
2019

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 Тепловые процессы и агрегаты является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	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:

N	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 Тепловые процессы и агрегаты является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины

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
Тепловые процессы 6 сем.	Введение.	2	0	0	0	4	6	108
	Основные виды теплообмена и методы их	4	0	4	0	14	22	

	исследования.							
	Распространение тепла теплопроводностью.	6	4	8	0	24	42	
	Конвективный теплообмен.	4	0	4	0	14	22	
	Теплообмен излучением.	4	0	0	0	12	16	
Тепловые процессы 7 сем.	Сложный теплообмен.	4	0	0	0	2	6	72
	Нагревательные печи.	8	4	8	0	10	30	
Всего		32	8	24	0	80	144	180

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.
- 21. Гидродинамический пограничный слой при ламинарном режиме течения.
- 22. Гидродинамический пограничный слой при турбулентном режиме течения.
- 23. Тепловой пограничный слой.
- 24. Основные понятия передачи тепла излучением.
- 25. Основные законы теплового излучения.
- 25. Основные законы теплового излучения. Основные законы теплового излучения.
- 26. Определение температур излучающих тел.
- 27. Лучистый теплообмен между твердыми телами.
- 28. Экранирование тел.
- 29. Особенности излучения газов.
- 30. Суммарный тепловой поток на поверхности твердого тела. Определение общего коэффициента теплоотдачи.
- 31. Частные случаи сложного теплообмена.
- 32. Инженерный расчет теплопроводности при стационарном и нестационарном режиме.
- 33. Топливо. Горение различных видов топлива.
- 34. Огнеупорные материалы и условия их работы.
- 34. Огнеупорные материалы и условия их работы. Огнеупорные материалы и условия их работы.
- 35. Высокоогнеупорные изделия из чистых соединений.
- 36. Плавильные и нагревательные печи.
- 37. Расчет времени нагрева с передачей тепла излучением.
- 38. Расчет времени нагрева металла в печах с принудительной циркуляцией газов.
- 39. Расчет мощности печей сопротивления.
- 40. Нагревательные элементы, расчет нагревательных элементов.

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.	2, 3, 4
3	1.2. Основные виды теплообмена и методы их исследования.	2	Методы исследования теплообмена.	3, 4, 5
4	1.3. Распространение тепла	2	Теплопроводность при стационарном режиме.	5, 8, 10, 11, 12, 13,

	теплопроводностью.			14
5	1.3.Распространение тепла теплопроводностью.	4	Теплопроводность при нестационарном режиме.	6, 8, 9, 10, 12, 13, 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, 26, 25
8	1.5.Теплообмен излучением.	2	Лучистый теплообмен.	26, 27, 28, 29, 25
9	2.1.Сложный теплообмен.	4	Сложный теплообмен.	30, 31, 32
10	2.2.Нагревательные печи.	2	Способы генерации теплоты.	33, 36, 39, 40
11	2.2.Нагревательные печи.	4	Устройство и материалы нагревательных печей.	34, 35, 34
12	2.2.Нагревательные печи.	2	Печи сопротивления.	36, 37, 38, 39, 40
Итого:		32		

3.3.Содержание лекций.

1.1.1. Введение. (АЗ: 2, СРС: 4)

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: 6)

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: 6)

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: 4, 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: 4, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

2.2.3. Печи сопротивления. (АЗ: 2, СРС: 2)

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, конвекцией и излучением.	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
2	2.2. Нагревательные печи.	4	Теплотехнические расчеты в металлургии.	32, 33, 37, 38, 39, 40, 34
Итого:		8		

3.5.Содержание практических занятий

1.3.1. Практические расчеты переноса тепла теплопроводностью, конвекцией 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	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
2	1.3.Распростр анение тепла теплопроводн остью.	Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями.	Информационные технологии.	8	4, 5, 6, 8, 9, 10
3	1.4.Конвекти вный теплообмен.	Определение охлаждающей способности закалочных сред.	Материаловедение и термическая обработка.	4	19, 20, 22, 23
4	2.2.Нагревате льные печи.	Зависимость времени нагрева изделий от расположения их в печи.	Материаловедение и термическая обработка.	4	6, 8, 9, 10, 14, 15, 31, 32
5	2.2.Нагревате льные печи.	Тепловой баланс электрической печи сопротивления.	Материаловедение и термическая обработка.	4	36, 37, 38, 39, 40
Итого:				24	

3.7.Содержание лабораторных работ

1.2.1. Анализ нестационарных температурных полей с помощью метода конечных разностей. (АЗ: 4, СРС: 6)

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
Итого:			

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. Устройство и материалы нагревательных печей.. 2. Печи сопротивления.. Лабораторные работы: 1. 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. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.. 2. Методы исследования теплообмена.. 3. Теплопроводность при стационарном режиме.. 4. Теплопроводность при нестационарном режиме.. 5. Конвективный теплообмен.. 6. Основные понятия и законы теплового излучения.. 7. Лучистый теплообмен.. 8. Сложный теплообмен.. 9. Способы генерации теплоты.. 10. Устройство и материалы нагревательных печей.. 11. Печи сопротивления.. 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. Основные понятия и элементарные виды переноса тепла.. 2. Методы исследования теплообмена.. 3. Теплопроводность при стационарном режиме.. 4. Теплопроводность при нестационарном режиме.. 5. Конвективный теплообмен.. 6. Основные понятия и законы теплового излучения.. 7. Лучистый теплообмен.. 8. Сложный теплообмен..

			<p>9. Устройство и материалы нагревательных печей..</p> <p>Лабораторные работы:</p> <p>1. Нагрев и охлаждение изделий с разными термическими сопротивлениями..</p> <p>2. Определение охлаждающей способности закалочных сред..</p> <p>3. Зависимость времени нагрева изделий от расположения их в печи..</p> <p>4. Тепловой баланс электрической печи сопротивления..</p>
--	--	--	---

Вопросы к промежуточной аттестации

«Тепловые процессы и агрегаты»

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.

б)дополнительная литература:

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

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

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
"ZNANIUM.COM"	
Электронная библиотечная система	http://znanium.com

"ZNANIUM.COM".	
ООО "Издательство Лань"	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	e.lanbook.com
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	http://elsau.ru
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	http://elibrary.ru
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт"	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт".	http://text.rucont.ru
ООО "ИВИС"	
ООО "ИВИС".	http://ivis.ru
ООО "Интегратор авторского права"	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	http://www.iqlib.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	http://dvs.rsl.ru
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	http://archive.neicon.ru
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	http://link.springer.com/
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	http://www.tandfonline.com/
База данных GreenFile компании EBSCO.	http://www.greeninfoonline.com .
Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"	
American Physical Society American Mathematical Society	http://publish.aps.org/ http://www.ams.org/mathscinet/ind

	ex.html
ФГБУ "ГПНТБ России"	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	www.webofscience.com
База данных Scopus издательства Elsevier.	http://scopus.com
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	http://link.springer.com/ http://www.nature.com/
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД MathSciNet via EBSCOhost .	http://search.ebscohost.com
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	http://www.sciencedirect.com http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct
РФФИ	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	http://pubs.acs.org .

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 понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

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 кафедры «Материаловедение и термическая обработка», оснащенная плавильными и нагревательными печами, контрольно-измерительными приборами. Два компьютерных класса на 18 и 16 рабочих мест объединенные в ЛВС, принтеры, сканеры, проектор для презентаций, выход в Internet.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Тепловые процессы и агрегаты 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» 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: 3ч

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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Виды теплообмена. Температурное поле. 2. Совместное действие теплопроводности и конвекции.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 2 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
--	---	--

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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	

1. Уравнение Ньютона.
2. Тепловой поток.

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 4 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Первый закон термодинамики.</p> <p>2. Условия однозначности для уравнения теплопроводности.</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
	Билет № 5 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты»» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. 2. Критерии подобия.		

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

<p>Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Билет № 6 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В.</p> <p>«__»____20</p>
<p>1. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. 2. Стационарная теплопроводность плоской стенки.</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
	Билет № 7 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Основы теории подобия. 2. Стационарная теплопроводность цилиндрической стенки.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 8 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки. 2. Критерий Био.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 10 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки.</p> <p>2. Режимы движения жидкости. Пограничный слой.</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
	Билет № 11 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопроводность тел неправильной формы при стационарном режиме. Многослойные стенки. 2. Критерии, описывающие конвективный теплообмен.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 12 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопроводность при стационарном режиме сферической стенки.</p> <p>2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.</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
	Билет № 13 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки. 2. Определение толщины пограничного слоя при движении жидкости.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 14 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки.</p> <p>2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при свободном движении жидкости.</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
	Билет № 15 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Критерий Био (Bi) и его роль при изучении теплообменных процессов. 2. Общее описание процесса конвективного теплообмена.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 1 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Виды теплообмена. Температурное поле.</p> <p>2. Совместное действие теплопроводности и конвекции.</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
	Билет № 2 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. 2. Нестационарный теплообмен с малой интенсивностью.		

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

<p>Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Билет № 3 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В.</p> <p>«__»____20</p>
<p>1. Уравнение Ньютона. 2. Тепловой поток.</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
	Билет № 4 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Первый закон термодинамики. 2. Условия однозначности для уравнения теплопроводности.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 5 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.</p> <p>2. Критерии подобия.</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
	Билет № 6 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. 2. Стационарная теплопроводность плоской стенки.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 7 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
1. Основы теории подобия. 2. Стационарная теплопроводность цилиндрической 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 № 8 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Критериальные уравнения. 2. Коэффициенты вязкости, динамической вязкости и кинематической вязкостью.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 9 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки.</p> <p>2. Критерий Био.</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
	Билет № 10 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки. 2. Режимы движения жидкости. Пограничный слой.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 11 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопроводность тел неправильной формы при стационарном режиме. Многослойные стенки.</p> <p>2. Критерии, описывающие конвективный теплообмен.</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
	Билет № 12 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопроводность при стационарном режиме сферической стенки. 2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при вынужденном движении жидкости.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Билет № 13 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Теплопередача при стационарном режиме плоской стенки.</p> <p>2. Определение толщины пограничного слоя при движении жидкости.</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
	Билет № 14 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Теплопередача при стационарном режиме цилиндрической стенки. 2. Критериальные уравнения конвективного теплообмена при свободном движении жидкости.		

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

<p>Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)</p>	<p>Билет № 15 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20</p>
<p>1. Критерий Био (Bi) и его роль при изучении теплообменных процессов.</p> <p>2. Общее описание процесса конвективного теплообмена.</p>		

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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Излучение газов. 2. Совместное действие теплового излучения, 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
	Экзаменационный билет № 2 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
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 «Тепловые процессы и агрегаты» 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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Первый закон термодинамики. 2. Действие защитных экранов от теплового излучения.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 5 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
<p>1. Нагревательные печи.</p> <p>2. Лучистый теплообмен между телами.</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 № 6 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Тепловой баланс печи. 2. Закон Кирхгофа.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 7 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20
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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Критериальные уравнения. 2. Закон Планка.		

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 № 9 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20</p>
<p>1. Огнеупорные материалы. 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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____	
1. Высокоогнеупорные изделия из чистых соединений. 2. Теплоотдача лучеиспусканием.		

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

Российской Федерации Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	Экзаменационный билет № 11 по дисциплине «Тепловые процессы и агрегаты» 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 «Тепловые процессы и агрегаты» 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 «Тепловые процессы и агрегаты» 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 «Тепловые процессы и агрегаты» 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 «Тепловые процессы и агрегаты» Составил Габидуллин Э.Р. _____</p>	<p>ТАОМ Овчинников А.В. «__»____20</p>
<p>1. Теплотворная способность топлива. 2. Закон Ламберта.</p>		