### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.8	Тепломассообмен

Код направления подготовки	08.03.01
Направление подготовки	Строительство
Наименование ОПОП (профиль)	Теплогазоснабжение и вентиляция
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	бакалавриат (академический, прикладной)
Форма обучения	очная, очно-заочная, заочная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор	к.т.н., доцент		<i>Мирам А.О.</i>
профессор	к.т.н., доцент		Павленко В.А.

### Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры: «Теплотехника и теплогазоснабжение»

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО		
Зав. кафедрой			д.т.н.,	профессор Х	Каванов П.А.
год обновления	2015				
Номер протокола	№ 1				
Дата заседания кафедры ТТГС	28.08.2015				

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение/комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	доцент	Нечитаева В.А.		
НТБ	директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	начальник	Беспалов А.Е.		

#### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тепломассообмен» является:

- подготовить дипломированного бакалавра по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция», в области определяющих технические требования к технологическим системам;
- обеспечить общетехническую подготовку, необходимую для бакалавра во всех областях строительства.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС  Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)  Знает основные законы тепломассообмена  Умеет применять методы математического ана-	Код показателя освоения 31 У1
профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1	лиза и моделирования для решения задач по тепломассообмену  Имеет навыки оформления результатов решения задач	H1
Способностью выявить естественно- научную сущность проблем, возни-		Знает основные законы конвективной теплоотдачи	32
кающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико -	ОПК-2	Умеет применять проведения инженерных расчетов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	У2
математический аппарат		Имеет навыки оформления результатов расчетов	H2
Владением основными законами геометрического формирования, по- строения и взаимного пересечения		Знает основные законы геометрического формирования, необходимые для выполнения чертежей конструкций инженерного оборудования	33
строения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и	ОПК-3	Умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа	У3
чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей		<b>Имеет навыки</b> использования полученной информации при проектировании	НЗ
Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов		Знает действующие нормативные документы РФ в области систем инженерного оборудования	34
проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования,	ПК-1	Умеет выбирать нормативы, необходимые для проведения конкретных расчетов	У4
планировки и застройки населенных мест		Имеет навыки пользования нормативными документами для выбора исходных данных для расчетов	H4
Способность проводить предвари- тельное технико-экономическое обоснование проектных расчетов,		Знает правила оформления строительных чертежей в области теплообменного инженерного оборудования	35
разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформ-		Умеет производить тепловой и гидравлический расчеты теплообменного оборудования	У5
лять законченные проектно- конструкторские работы, контроли- ровать соответствие разрабатывае- мых проектов и технической доку- ментации заданию, стандартам, тех- ническим условиям и другим норма- тивным документам	ПК-3	<b>Имеет навыки</b> оформления результатов расчетов в соответствии с действующими нормами	Н5

#### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломассообмен» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и является обязательной к обучению.

Дисциплина «Тепломассообмен» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин: математика, физика, информатика, механика жидкости и газа, химическая термодинамика, техническая термодинамика и служит основой для изучения дисциплин профессиональной направленности.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.

Студент должен:

#### Знать:

- основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;
- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ, теорию вероятностей и основы математической статистики;
- -основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологию составления программ;
- основы механики жидкости и газа, а также основы гидравлики
- терминологию, основные понятия, относящиеся к статике и динамике сооружений;
- основные методы решения задач статики и динамики сооружений.

проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата;

пользоваться справочной технической литературой;

формулировать и решать задачи технической термодинамики и тепломассообмена.

применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса для систем, в которых не производится работа;

проводить анализ и расчет термодинамических процессов идеального газа, водяного пара и влажного воздуха, процессов истечения и дросселирования;

определить мощность привода компрессора (насоса, вентилятора).

#### Уметь:

- самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам, расширять свои математические познания;
- работать на персональном компьютером, пользоваться операционной системой и основными офисными приложениями;
- формулировать и решать задачи тепломассообмена Владеть:
- первичными навыками и основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профилизации;
- методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;
- современной научной аппаратурой, навыками ведении физического эксперимента;
- основными законами и уравнениями тепломассобмена.

Дисциплины, для которых дисциплина «Тепломассообмен» является предшествующей:

- «Основы обеспечения микроклимата зданий»;
- «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ»;
- «Отопление»:
- «Вентиляция»;
- «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий»;
- «Генераторы тепла и автономное теплоснабжение зданий»;
- «Централизованное теплоснабжение»;
- «Газоснабжение».

# 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины по очной форме обучения составляет  $\underline{4}$  зачетные единиц,  $\underline{144}$  часа.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Форма обучения - очная

Ψυμ	ма обучения - очная									
					стояте.	льную р	аботы, вк работу обу кость (в ч	учаюц	цих-	
			гра	К	онтакт	тая раб ющим	ота с обу ися	ча-	a	Формы текущего контроля
<b>№</b> п/п	Наименование разде- ла дисциплины	Семестр	Неделя семестра			Практи ентироі заняті	ванные		гая работ	успеваемости (по неделям семестра) Форма
11/11	(модуля)		Недел	Лекции	Лабораторный практикум	Практические за- нятия	Групповые кон- сультации по КП/КР	KCP	Самостоятельная работа	промежуточной аттестации (по семестрам)
1.	Введение. Теплопроводность	5	1-4	8	6	4			9	Защита лабо- раторной ра- боты. Кон- трольная ра- бота
2.	Конвективный теп- лообмен	5	5-10	14	16	4			9	Защита лабо- раторных ра- бот. Контроль- ная работа.
3.	Теплообмен излучени- ем	5	11	2	2	2			9	Защита лабо- раторной ра- боты
4.	Теплообменные anna- раты	5	11-15	8	4	12			9	Курсовое про- ектирование. Защита лабо- раторной ра- боты
5.	Нестационарная теплопроводность	5	16-17	2		2			9	
6.	Тепло- и массопере- нос	5	18	2		2			9	
	Итого:	5	18	36	28	26			54	КП,экзамен

Общая трудоемкость дисциплины по очно-заочной и заочной форме обучения составляет  $\underline{5}$  зачетных единиц,  $\underline{180}$  часов.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Очно-заочная форма обучения

Очн	о-заочная форма обуче	гния								
<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	сам юш Кон	остоя ихся и нтактн имися Пран	тельну и трудс иая раб и стико- нтиров	работы, ю работ кон- ремкость ота с об ванные по ванные по ванные по ванные ва	у об (в час	уча-	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1.	Введение. Теплопроводность	6	1-3	10	4	1		<u> </u>	24	Защита лабо- раторной ра- боты.
2.	Конвективный теплообмен	6	4-10	18	6	4			32	Защита лабораторных работ. Контрольная работа.
3.	Теплообмен излуче- нием	6	11	4	2	1			8	Защита лабо- раторной ра- боты. Контрольная работа
4.	Теплообменные ап- параты	6	11-14	8	4	8			24	Курсовое про- ектирование. Защита лабо- раторной ра- боты
5.	Нестационарная теплопроводность	6	15	4		1			6	
6.	Тепло- и массопе- ренос	6	16	2		1			6	
	Итого:	6	16	48	16	16			100	КП,экзамен

Заочная форма обучения

<u> 3</u> 004	ная форма обучения									
<i>№</i> n/n	Наименование раз- дела дисциплины			сам чан (в ч Кон	ды учебной работы, включ мостоятельную работу об ощихся и трудоемкост масах) нтактная работа с обу- ощимися Практико- ориентированные занятия			обу- ость	Формы теку- щего кон- троля успеваемости (по неделям семестра) Форма	
	(модуля)	Семестр	Неделя семестра	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые кон- сультации по КП/КР	KCP	Самостоятельная работа	промежуточ- ной аттеста- ции (по семест- рам)
1.	Введение. Теплопроводность	6		1	I	2			48	Защита лабо- раторной ра- боты. Кон- трольная ра- бота
2.	Конвективный теплообмен	6		3	2	2			54	Защита лабораторных работ. Контрольная работа.
3.	Теплообмен излуче- нием	6		1					12	30,111
4.	Теплообменные ап- параты	6		1	1	4			26	Курсовое про- ектирование. Защита лабо- раторной ра- боты
5.	Нестационарная теплопроводность	6		1					10	
6.	Тепло- и массопе- ренос	6		1					10	
	Итого:	6		8	4	8			160	КП,экзамен

# 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Содержание лекционных занятий

### 5.1.1 Очная форма обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение.	Основные понятия и определения. Теория теплообмена. Теплообмен в энергетике и строительстве, значение теплообмена в технологических процессах. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.	8
	Теплопроводность	Температурное поле. Закон Фурье. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности. Теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки при граничных условиях 1 рода и стационарном режиме. Передача теплоты при стационарном режиме и граничных условиях 3 рода. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки. Выбор целесообразного материала тепловой	
2	Конвективный тепло-обмен	изоляции.  Физическая сущность конвективного теплообмена. Режим течения и пограничный слой. Физические свойства жидкостей. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Условия подобия физических явлений. Теоремы подобия. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена и условий однозначности к безразмерному виду. Числа подобия. Физический смысл основных чисел подобия. Критериальные уравнения подобия. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб.  Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве вдоль вертикальных поверхностей. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.	14

2	т с	000	2
3	Теплообмен излучени-	Общие понятия и определения. Оновные законы	2
	ем	теплового излучения. Теплообмен излучением	
		между телами. Использование экранов для за-	
		щиты от излучения. Излучение паров и газов.	
		Сложный теплообмен.	
4	Теплообменные аппа-	Основы теплового расчета теплообменных ап-	8
	раты	паратов. Вычисление коэффициентов теплопе-	
		редачи. Определение среднего температурного	
		напора. Определение конечных температур теп-	
		лоносителей. Основы теплового расчета регене-	
		ративных и смесительных теплообменных аппа-	
		ратов.	
5	Нестационарная тепло-	Нагревание и охлаждение плоской пластины,	2
	-	цилиндра бесконечной длины и шара. Зависи-	2
	проводность	1	
		мость распределения теплоты от формы и раз-	
		меров тела. Приближенные методы рашения за-	
		дач нестационарной теплопроводности	
6	Тепло- и массоперенос	Основные закономерности тепло- и массопере-	2
		носа. Закон Фика. Молекулярная диффузия.	
		Конвективный массообмен. Система дифферен-	
		циальных уравнений тепло-и массообмена.	
		Числа подобия массопереноса. Коэффициент	
		массоотдачи.	
		массоотдачи.	

### 5.1.2 Очно-заочная форма обучения:

<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение.	Основные понятия и определения. Теория теплообмена. Теплообмен в энергетике и строительстве, значение теплообмена в технологических процессах. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.	10
	Теплопроводность	Температурное поле. Закон Фурье. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности. Теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки при граничных условиях 1 рода и стационарном режиме. Передача теплоты при стационарном режиме и граничных условиях 3 рода. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки. Выбор целесообразного материала тепловой изоляции.	
2	Конвективный тепло- обмен	Физическая сущность конвективного теплообмена. Режим течения и пограничный слой. Физические	18

		свойства жидкостей. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Условия подобия физических явлений. Теоремы подобия. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена и условий однозначности к безразмерному виду. Числа подобия. Физический смысл основных чисел подобия. Критериальные уравнения подобия. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном движении жидкости в трубах. Теплоотдача при движении жидкости вдоль пластины. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб.  Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве вдоль вертикальных поверхностей и около горизонтальных поверхностей. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.	
3	Теплообмен излучени-	Общие понятия и определения. Основные законы теплового излучения. Теплообмен излучени-	4
	ем	ем между телами. Использование экранов для	
		защиты от излучения. Излучение паров и газов.	
		Сложный теплообмен.	
4	Теплообменные аппа-	Основы теплового расчета теплообменных ап-	10
	раты	паратов. Вычисление коэффициентов теплопередачи. Определение среднего температурного	
		напора. Определение конечных температур теп-	
		лоносителей. Основы теплового расчета регене-	
		ративных и смесительных теплообменных аппа-	
	**	ратов.	
5	Нестационарная тепло-	Нагревание и охлаждение плоской пластины,	4
	проводность	цилиндра бесконечной длины и шара. Зависимость распределения теплоты от формы и раз-	
		меров тела. Приближенные методы рашения за-	
		дач нестационарной теплопроводности	
6	Тепло- и массоперенос	Основные закономерности тепло- и массопере-	2
		носа. Закон Фика. Молекулярная диффузия.	
		Конвективный массообмен. Система дифферен-	
		циальных уравнений тепло-и массообмена. Числа подобия массопереноса. Коэффициент	
		массоотдачи.	
<u> </u>		шиччоотди пп.	

### 5.1.3 Заочная форма обучения

<b>№</b> π/π	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение.	Основные понятия и определения. Теория теп-	1
		лообмена. Теплообмен в энергетике и строи-	
		тельстве, значение теплообмена в технологиче-	
		ских процессах. Виды переноса теплоты: тепло-	

		проводность, конвекция и излучение.	
	Теплопроводность	проводноств, конвекции и изпучение.	
	r	Температурное поле. Закон Фурье. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение тепло-	
		проводности, условия однозначности.	
		Теплопроводность через однослойную и много-	
		слойную плоскую и цилиндрическую стенки	
		при граничных условиях 1 рода и стационарном режиме.	
		Передача теплоты при стационарном режиме и	
		граничных условиях 3 рода. Теплопередача че-	
		рез однослойную и много- слойную плоскую и	
		цилиндрическую стенки. Коэффициент тепло-	
		передачи. Пути интенсификации теплопередачи.	
		Критический диаметр цилиндрической стенки.	
		Выбор целесообразного материала тепловой	
2	Конвективный тепло-	изоляции. Физическая сущность конвективного теплообмена.	3
	обмен	Режим течения и пограничный слой. Физические	٥
		свойства жидкостей. Уравнение Ньютона-Рихмана.	
		Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основы тео-	
		рии подобия. Условия подобия физических явлений.	
		Теоремы подобия. Приведение дифференциальных	
		уравнений конвективного теплообмена и условий	
		однозначности к безразмерному виду. Числа подобия. Физический смысл основных чисел подобия.	
		Критериальные уравнения подобия. Теплоотдача	
		при ламинарном и турбулентном движении жидко-	
		сти в трубах. Теплоотдача при движении жидкости	
		вдоль пластины. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной трубы. Теплоотдача при попереч-	
		ном омывании пучков труб.	
		Теплоотдача при свободном движении жидкости.	
		Теплоотдача при свободном движении жидкости в	
		неограниченном пространстве вдоль вертикальных поверхностей и около горизонтальных поверхно-	
		стей. Теплоотдача при свободном движении жидко-	
		сти в ограниченном пространстве. Теплоотдача при	
3	Теплообмен излучени-	изменении агрегатного состояния вещества. Общие понятия и определения. Оновные законы	1
	ем	теплового излучения. Теплообмен излучением	1
		между телами. Использование экранов для за-	
		щиты от излучения. Излучение паров и газов.	
		Сложный теплообмен.	
4	Теплообменные аппа-	Основы теплового расчета теплообменных ап-	1
	раты	паратов. Вычисление коэффициентов теплопе-	
		редачи. Определение среднего температурного напора. Определение конечных температур теп-	
		лоносителей. Основы теплового расчета регене-	
		ративных и смесительных теплообменных аппа-	
		ратов.	
5	Нестационарная тепло-	Нагревание и охлаждение плоской пластины,	1
	проводность	цилиндра бесконечной длины и шара. Зависи-	

		мость распределения теплоты от формы и размеров тела. Приближенные методы рашения задач нестационарной теплопроводности	
6	Тепло- и массоперенос	Основные закономерности тепло- и массопереноса. Закон Фика. Молекулярная диффузия. Конвективный массообмен. Система дифференциальных уравнений тепло-и массообмена. Числа подобия массопереноса. Коэффициент массоотдачи.	1

### 5.2. Лабораторный практикум 5.2.1 Очная форма обучения:

<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1	Определение тепло- проводности материала наружного ограждения методом дополнитель- ной стенки	Измерение температур с помощью термопар, определение плотности теплового потока через дополнительную стенку. Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к наружному воздуху, термических сопротивлений.	6
2	Определение коэффициента теплоотдачи для горизонтальной трубы при свободной конвекции	Измерение силы тока и напряжения, температуры стенки в отдельных точках трубы, температуры воздуха. Определение лучистого теплового потока между телами и конвективного теплового потока.	6
3	Исследование теплоотдачи конвекцией при вынужденном продольном омывании воздухом плоской поверхности (пластины). Изучение процессов конвективной теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в пучке труб	Измерение температур на поверхностях пластины (трубы пучка) в девяти точках. Измерение скорости воздуха. Измерение мощности электронагрева пластины (трубы пучка). Определение плотности теплового потока, поступающего с поверхности пластины (трубы пучка) в воздух. Определение толщины пограничного слоя на начальном ламинарном участке пластины (трубы пучка).	12
4	Определение коэффициента теплопередачи пароводяного теплообменного аппарата	Измеряются расход воды через теплообменник, температура воды на входе и выходе, температура на поверхности стенки. Определение теплового потока. Определение коэффициентов теплоотдачи от пара к наружной поверхности стенки теплообменника и от внутренней поверхности стенки к нагреваемой воде. Определение термического сопротивления стенки.	4

### 5.2.2 Очно-заочная форма обучения:

<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1	Определение тепло- проводности материала наружного ограждения методом дополнитель- ной стенки	Измерение температур с помощью термопар, определение плотности теплового потока через дополнительную стенку. Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к наружному воздуху, термических сопротивлений.	4
2	Определение коэффициента теплоотдачи для горизонтальной трубы при свободной конвекции	Измерение силы тока и напряжения, температуры стенки в отдельных точках трубы, температуры воздуха. Определение лучистого теплового потока между телами и конвективного теплового потока.	2
3	Исследование теплоотдачи конвекцией при вынужденном продольном омывании воздухом плоской поверхности (пластины). Изучение процессов конвективной теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в пучке труб	Измерение температур на поверхностях пластины (трубы пучка) в девяти точках. Измерение скорости воздуха. Измерение мощности электронагрева пластины (трубы пучка). Определение плотности теплового потока, поступающего с поверхности пластины (трубы пучка) в воздух. Определение толщины пограничного слоя на начальном ламинарном участке пластины (трубы пучка).	6
4	Определение коэффициента теплопередачи пароводяного теплообменного аппарата	Измеряются расход воды через теплообменник, температура воды на входе и выходе, температура на поверхности стенки. Определение теплового потока. Определение коэффициентов теплоотдачи от пара к наружной поверхности стенки теплообменника и от внутренней поверхности стенки к нагреваемой воде. Определение термического сопротивления стенки.	4

5.2.3 Заочная форма обучения:

	guo musi popmu ooy tem		
№	Наименование раздела	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во
$\Pi/\Pi$	дисциплины (модуля)	тема и содержание лаоораторной раооты	акад. часов
1	Ornavaraviva zarra	Иоманачила таминатир а памачила тармачар	1
1	Определение тепло-	Измерение температур с помощью термопар,	1
	проводности материала	определение плотности теплового потока через	
	наружного ограждения	дополнительную стенку. Определение коэффи-	
	методом дополнитель-	циента теплоотдачи от стенки к наружному воз-	
	ной стенки	духу, термических сопротивлений.	
2	Определение коэффи-	Измерение силы тока и напряжения, температу-	1
	циента теплоотдачи	ры стенки в отдельных точках трубы, темпера-	
	для горизонтальной	туры воздуха. Определение лучистого теплового	
	трубы при свободной	потока между телами и конвективного теплово-	
	конвекции	го потока.	
3	Исследование теплоот-	Измерение температур на поверхностях пласти-	1
	дачи конвекцией при	ны (трубы пучка) в девяти точках. Измерение	
	вынужденном про-	скорости воздуха. Измерение мощности элек-	

	дольном омывании	тронагрева пластины (трубы пучка). Определе-	
	воздухом плоской по-	ние плотности теплового потока, поступающего	
	верхности (пластины).	с поверхности пластины (трубы пучка) в воздух.	
	Изучение процессов	Определение толщины пограничного слоя на	
	конвективной теплоот-	начальном ламинарном участке пластины (тру-	
	дачи при вынужденном	бы пучка).	
	движении воздуха в		
	пучке труб		
4	Определение коэффи-	Измеряются расход воды через теплообменник,	1
	циента теплопередачи	температура воды на входе и выходе, темпера-	
	пароводяного теплооб-	тура на поверхности стенки. Определение теп-	
	менного аппарата	лового потока. Определение коэффициентов	
		теплоотдачи от пара к наружной поверхности	
		стенки теплообменника и от внутренней по-	
		верхности стенки к нагреваемой воде. Опреде-	
		ление термического сопротивления стенки.	

### 5.3 Перечень практических занятий Очная форма обучения:

### 5.3.1

	<u> </u>		Кол-во
№	Наименование раздела	Тема и содержание занятия	акад.
п/п	дисциплины (модуля)	теми и содержиние зинити	часов
1	Теплопроводность	Расчет теплопроводности через однослойную и	3
1	тенитенроводноств	многослойную плоскую и цилиндрическую	
		стенки. Эквивалентная теплопроводность.	
		Теплопроводность через шаровую стенку.	
2	Tarrarana		1
2	Теплопередача	Коэффициент теплопередачи. Теплопередача	1
		через плоскую, цилиндрическую и шаровую од-	
	7.0	нослойную и многослойную стенки.	_
3	Критический диаметр	Тепловая изоляция. Критический диаметр. Вы-	1
	цилиндрической стен-	бор тепловой изоляции. Теплопередача через	
	ки. Интенсификация	ребристые стенки.	
	теплопередачи		
4	Теплоотдача при тече-	Определение среднего коэффициента теплоот-	1
	нии жидкости в трубах.	дачи при ламинарном и турбулентном течении	
		жидкости в трубах.	
5	Теплоотдача при попе-	Определение среднего коэффициента теплоот-	1
	речном смывании оди-	дачи пучка труб при коридорном и шахматном	
	ночной трубы и пучков	расположении.	
	труб.		
6	Теплоотдача при есте-	Определение средних коэффициентов теплоот-	1
	ственной конвекции.	дачи при свободном ламинарном и турбулент-	
	Теплоотдача при тече-	ном движении вдоль вертикальной стенки.	
	нии жидкости вдоль	Определение средних коэффициентов теплоот-	
	плоской поверхности.	дачи при свободном движении жидкости около	
		горизонтальных труб.	
		Определение средних коэффициентов тепло-	
		отдачи пластины, омываемой продольным	
		потоком жидкости при ламинарном и турбу-	
		лентном режимах в пограничном слое.	
7	Теплообмен излучени-	Определение теплообмена излучением между	2
'	1	двумя большими параллельно расположенными	<i>_</i>
	ем в полупрозрачных	двумя оольшими параллельно расположенными	

	средах. Теплообмен излучением между по-	поверхностями. Определение теплообмена излучением между телами, одно из которых нахо-	
	верхностями	дится внутри другого.	
8	Теплообменные аппараты	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата. Определение среднего температурного напора. Определение конечных температур теплоносителей.	12
9	Нестационарная теплопроводность.	Определение температуры на поверхности пластины, цилиндра, шара и температуры в середине пластины, на оси цилиндра, в середине шара при нагревании (охлаждении). Определение времени, необходимого для нагревания (охлаждения) плоской пластины, цилиндра, шара.	2
10	Тепло- и массоперенос	Определение чисел подобия массопереноса. Определение коэффициента массоотдачи.	2

5.3.2 Очно-заочная форма обучения:

	1 1		
<b>№</b> π/π	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Теплопроводность	Расчет теплопроводности через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки. Эквивалентная теплопроводность. Теплопроводность через шаровую стенку.	1
2	Теплопередача	Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую однослойную и многослойную стенки.	1
3	Критический диаметр цилиндрической стенки. Интенсификация теплопередачи	Тепловая изоляция. Критический диаметр. Выбор тепловой изоляции. Теплопередача через ребристые стенки.	2
4	Теплоотдача при течении жидкости в трубах.	Определение среднего коэффициента теплоотдачи при ламинарном и турбулентном течении жидкости в трубах.	2
5	Теплоотдача при поперечном смывании одиночной трубы и пучков труб.	Определение среднего коэффициента теплоотдачи пучка труб при коридорном и шахматном расположении.	2
6	Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при течении жидкости вдоль плоской поверхности.	Определение средних коэффициентов теплоотдачи при свободном ламинарном и турбулентном движении вдоль вертикальной стенки. Определение средних коэффициентов теплоотдачи при свободном движении жидкости около горизонтальных труб. Определение средних коэффициентов теплоотдачи пластины, омываемой продольным потоком жидкости при ламинарном и турбулентном режимах в пограничном слое.	2
7	Теплообмен излучением в полупрозрачных	Определение теплообмена излучением между двумя большими параллельно расположенными	2

	средах. Теплообмен	поверхностями. Определение теплообмена из-	
	излучением между по-	лучением между телами, одно из которых нахо-	
	верхностями	дится внутри другого.	
8	Теплообменные аппа-	Тепловой расчет рекуперативного теплообмен-	2
	раты	ного аппарата. Определение среднего темпера-	
		турного напора. Определение конечных темпе-	
		ратур теплоносителей.	
9	Нестационарная теплопроводность.	Определение температуры на поверхности пластины, цилиндра, шара и температуры в середине пластины, на оси цилиндра, в середине шара при нагревании (охлаждении). Определение времени, необходимого для нагревания (охлаждения) плоской пластины, цилиндра, шара.	1
10	Тепло- и массоперенос	Определение чисел подобия массопереноса. Определение коэффициента массоотдачи.	1

5.3.3 Заочная форма обучения:

	эиочния форми обучения.		
	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол- во акад. часов
1	Теплопроводность. Теплопередача.	Расчет теплопроводности через одно- слойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки. Эквивалент- ная теплопроводность. Теплопровод- ность через шаровую стенку. Коэффициент теплопередачи. Теплопе- редача через плоскую, цилиндрическую и шаровую однослойную и многослой- ную стенки.	1
	Критический диаметр цилиндрической стенки. Интенсификация теплопередачи. Теплоотдача при течении жидкости в трубах.	Тепловая изоляция. Критический диаметр. Выбор тепловой изоляции. Теплопередача через ребристые стенки. Определение среднего коэффициента теплоотдачи при ламинарном и турбулентном течении жидкости в трубах.	1
	Теплоотдача при поперечном смывании одиночной трубы и пучков труб. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при течении жидкости вдоль плоской поверхности.	Определение среднего коэффициента теплоотдачи пучка труб при коридорном и шахматном расположении. Определение средних коэффициентов теплоотдачи при свободном ламинарном и турбулентном движении вдоль вертикальной стенки. Определение средних коэффициентов теплоотдачи при свободном движении жидкости около горизонтальных труб. Определение средних коэффициентов теплоотдачи пластины, омываемой продольным потоком жидкости при	1

	ламинарном и турбулентном режимах в пограничном слое.	
m		_
Теплообмен излучением в	Определение теплообмена излучением	5
полупрозрачных средах.	между двумя большими параллельно	
Теплообмен излучением	расположенными поверхностями.	
между поверхностями.	Определение теплообмена излучением	
Теплообменные аппараты.	между телами, одно из которых нахо-	
Нестационарная тепло-	дится внутри другого.	
проводность. Тепло- и	Тепловой расчет рекуперативного теп-	
массоперенос.	лообменного аппарата. Определение	
	среднего температурного напора. Опре-	
	деление конечных температур теплоно-	
	сителей.	
	Определение температуры на поверх-	
	ности пластины, цилиндра, шара и тем-	
	пературы в середине пластины, на оси	
	цилиндра, в середине шара при нагре-	
	вании (охлаждении). Определение вре-	
	мени, необходимого для нагревания	
	(охлаждения) плоской пластины, ци-	
	линдра, шара.	
	Определение чисел подобия массопе-	
	реноса. Определение коэффициента	
	массоотдачи.	

5.4 Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)

Учебным планом не предусмотрено.

### 5.5 Самостоятельная работа

### 5.5.1 Очная форма обучения:

	1		
№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад.
11/11	дисциплины (модули)		часов
1	Ведение Теплопроводность	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по тепломассообмену. Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по теплопроводности. Перенос теплоты при стационарном режиме и граничных условиях 1-го рода. Передача теплоты при стационарном режиме и граничных	9
		условиях 3-го рода.	
2	Конвективный тепло- обмен	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий и определение по конвективному теплообмену. Определение коэффициентов теплоотдачи при течении жидкости в каналах. Определение коэффициентов теплоотдачи при поперечном омывании одиночной трубы и пучков труб. Определение коэффициентов теплоотдачи при обтекании плоской пластины.	9

		Определение коэффициентов теплоотдачи при свободном движении жидкости в неограниченном пространстве вдоль вертикальных поверхностей и около горизонтальных труб. Определение коэффициентов теплоотдачи при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Определение коэффициентов теплоотдачи при пленочной и пузырьковой конденсации. Определение коэффициентов теплоотдачи при пузырьковом кипении в условиях свободного движения и в условиях вынужденной конвекции.	
3	Теплообмен излучени-ем	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по теплообмену излучением. Закон Кирхгофа. Закон Планка. Закон Стефана — Больцмана. Закон Ламберта. Теплообмен излучением между телами. Излучение паров и газов. Закон Бугера. Сложный теплообмен.	9
4	Теплообменные аппараты	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по теплообменным аппаратам. Тепловой расчет рекуперативных (конструктивный и поверочный) теплообменных аппаратов. Особенности теплового расчета регенеративных и смесительных теплообменных аппаратов. Определение среднего температурного напора. Определение конечных температур теплоносителей.	9
5	Нестационарная теплопроводность	Закрепление теоретического курса, по нестационарной теплопроводности. Определение температуры в середине и на поверхности пластины, шара, цилиндра при охлаждении (нагревании). Определение времени, необходимого для нагрева (охлаждения) цилиндра, шара, пластины.	9
6	Тепло и массоперенос	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по тепло-и массообмену. Определение коэффициентов тепло- и массоотдачи при испарении жидкости со свободной поверхности в условиях естественной конвекции.	9

5.5.2 Очно-заочная форма обучения:

<b>№</b> π/π	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Ведение Теплопроводность	Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по тепломассообмену. Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий по теплопроводности. Перенос теплоты при стационарном режиме и граничных условиях 1-го рода. Передача теплоты при стационарном режиме и граничных условиях 3-го рода.	18
2	Конвективный тепло- обмен	. Закрепление теоретического курса, изучение основных понятий и определение по конвективному	32

		теплообмену.	
		Определение коэффициентов теплоотдачи при тече-	
		нии жидкости в каналах. Определение коэффициен-	
		тов теплоотдачи при поперечном омывании одиноч-	
		ной трубы и пучков труб. Определение коэффициен-	
		тов теплоотдачи при обтекании плоской пластины.	
		Определение коэффициентов теплоотдачи при сво-	
		бодном движении жидкости в неограниченном про-	
		странстве вдоль вертикальных поверхностей и около	
		горизонтальных труб. Определение коэффициентов	
		теплоотдачи при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Определение коэффи-	
		циентов теплоотдачи при пленочной и пузырьковой	
		конденсации. Определение коэффициентов теплоот-	
		дачи при пузырьковом кипении в условиях свобод-	
		ного движения и в условиях вынужденной конвек-	
		ции.	
3	Теплообмен излучени-	Закрепление теоретического курса, изучение	6
	ем	основных понятий по теплообмену излучением.	
		Закон Кирхгофа. Закон Планка. Закон Стефана –	
		Больцмана. Закон Ламберта. Теплообмен излу-	
		чением между телами. Излучение паров и газов.	
		Закон Бугера. Сложный теплообмен.	
4	Теплообменные аппа-	Закрепление теоретического курса, изучение	20
	раты	основных понятий по теплообменным аппара-	
	F	там. Тепловой расчет рекуперативных (кон-	
		структивный и поверочный) теплообменных ап-	
		паратов. Особенности теплового расчета реге-	
		неративных и смесительных теплообменных ап-	
		паратов. Определение среднего температурного	
		напора. Определение конечных температурного напора.	
		лоносителей.	
5	Нестационарная тепло-	Закрепление теоретического курса, по нестаци-	12
	проводность	онарной теплопроводности. Определение тем-	12
	проводность		
		пературы в середине и на поверхности пласти-	
		ны, шара, цилиндра при охлаждении (нагрева-	
		нии). Определение времени, необходимого для	
		нагрева (охлаждения) цилиндра, шара, пласти-	
	Т	НЫ.	10
6	Тепло и массоперенос	Закрепление теоретического курса, изучение	12
		основных понятий по тепло-и массообмену.	
		Определение коэффициентов тепло- и массоот-	
		дачи при испарении жидкости со свободной по-	
		верхности в условиях естественной конвекции.	

### 5.5.3. Заочная форма обучения:

<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Ведение	Закрепление теоретического курса, изучение	28
	Теплопроводность	основных понятий по тепломассообмену.	
		Закрепление теоретического курса, изучение	

		основных понятий по теплопроводности.	
		Перенос теплоты при стационарном режиме и	
		граничных условиях 1-го рода. Передача тепло-	
		ты при стационарном режиме и граничных	
		условиях 3-го рода.	
2	Конвективный тепло-	Закрепление теоретического курса, изучение	42
	обмен	основных понятий и определение по конвек-	
		тивному теплообмену.	
		Определение коэффициентов теплоотдачи при	
		течении жидкости в каналах. Определение ко-	
		эффициентов теплоотдачи при поперечном	
		омывании одиночной трубы и пучков труб.	
		Определение коэффициентов теплоотдачи при	
		обтекании плоской пластины. Определение ко-	
		эффициентов теплоотдачи при свободном дви-	
		жении жидкости в неограниченном простран-	
		стве вдоль вертикальных поверхностей и около	
		горизонтальных труб. Определение коэффици-	
		ентов теплоотдачи при свободном движении	
		жидкости в ограниченном пространстве. Опре-	
		деление коэффициентов теплоотдачи при пле-	
		ночной и пузырьковой конденсации. Определе-	
		ние коэффициентов теплоотдачи при пузырько-	
		вом кипении в условиях свободного движения и	
		в условиях вынужденной конвекции.	
3	Теплообмен излучени-	Закрепление теоретического курса, изучение	10
	ем	основных понятий по теплообмену излучением.	
		Закон Кирхгофа. Закон Планка. Закон Стефана –	
		Больцмана. Закон Ламберта. Теплообмен излу-	
		чением между телами. Излучение паров и газов.	
		Закон Бугера. Сложный теплообмен.	
4	Теплообменные аппа-	Закрепление теоретического курса, изучение	40
	раты	основных понятий по теплообменным аппара-	
		там. Тепловой расчет рекуперативных (кон-	
		структивный и поверочный) теплообменных ап-	
		паратов. Особенности теплового расчета реге-	
		неративных и смесительных теплообменных ап-	
		паратов. Определение среднего температурного	
		напора. Определение конечных температур теп-	
	TT	лоносителей.	20
5	Нестационарная тепло-	Закрепление теоретического курса, по нестаци-	20
	проводность	онарной теплопроводности. Определение тем-	
		пературы в середине и на поверхности пласти-	
		ны, шара, цилиндра при охлаждении (нагрева-	
		нии). Определение времени, необходимого для	
		нагрева (охлаждения) цилиндра, шара, пласти-	
-	Топио и западательно	НЫ.	20
6	Тепло и массоперенос	Закрепление теоретического курса, изучение	20
		основных понятий по тепло-и массообмену.	
		Определение коэффициентов тепло- и массоот-	
		дачи при испарении жидкости со свободной по-	
		верхности в условиях естественной конвекции.	

### 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для самостоятельной работы обучающегося используется учебные материалы, представленные в разделе 8, 9.

### 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающих ся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

На примере очной формы обучения

Код компе-	Этапы форм	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*				
тенции по ФГОС	1	2	3	4	5	6
ОПК-1	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	+	+	+	+	+	+
ПК-1				+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

			Фо	Форма оценивания				
		Те	кущі	ий	Промежу	точная	эни 1и	
Ĕ	Показатели		нтро.		аттест		ОЦС	
Код компетенции по ФГОС	освоения (Код пока- зателя освоения)	Контрольная работа	Защита лаб.раб.	Контроль выполнения курсового проек-	Защита курсовой работы/ проекта	Экзамен	Обеспеченность оцени- вания компетенции	
1	2	3	4	5	6	7	12	
ОПК-1	31	+				+	+	
	У1	+		+	+		+	
	H1			+	+		+	
ОПК-2	32	+				+	+	
	У2	+		+	+		+	
	H2			+	+		+	
ОПК-3	33	+	+			+	+	
	У3	+		+	+		+	
	Н3			+	+		+	
ПК-1	34	+	+			+	+	
	У4	+	+	+	+		+	
	H4		+	+	+		+	
ПК-3	35	+				+	+	
	У5	+		+	+		+	
	H5			+	+		+	
ИТОГО		+	+	+	+	+	+	

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена

	Оценка					
Код показателя оцени-	«2»	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения		
вания	(неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)		
31	знает значительной части программного материала, допускает существенные ошиб-ки, не знает основ-	риала, но не усвоил его деталей, допус- кает неточности, с трудом знает ос- новные термины и	держание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, зна-	исчерпывающе, после-		
32	Обучающийся допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой, не знает основных законов конвективной теплоотдачи	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала, с трудом знает основные законы конвективной теплоотдачи	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, знает основные законы конвективной теплоотдачи.	Теоретическое содер- жание курса освоено полностью, без пробе- лов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, уверенно знает основ- ные законы конвектив- ной теплоотдачи.		
33	граммой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, не знает основные законы геометрического формирования, необходимые для выполнения чертежей конструкций инженер-	При ответе на по- ставленный вопрос обучающийся до- пускает неточно- сти, недостаточно правильные фор- мулировки, испы- тывает затруднения в области основ- ных законов гео- метрического фор- мирования, необ- ходимые для вы- полнения чертежей	программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое, знает основные законы геометрического формирования, необходимые для выполнения чертежей конструкций инженерного оборудования	выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному, уверенно знает и применяет основные законы геометрического формирования, необходимые для выполнения чертежей конструкций инженерного		
34	пускает существенные ошибки, не мо-	Теоретическое содержание курса освоено частично,	твердо знает материал, грамотно и по	Теоретическое содержание курса освоено полностью, свободно справляется с задача-		

	T			
				ми, вопросами и дру-
				гими видами примене-
				ния знаний; использует
	инженерного обору-	логической после-	на вопрос, знает	в ответе дополнитель-
	дования			ный материал в обла-
		изложении про-	менты в области	сти нормативных до-
		граммного матери-	инженерного обо-	кументов инженерного
		ала, с трудом знает	рудования	оборудования
		нормативные до-		
		кументы в области		
		инженерного обо-		
		рудования		
	Обучающийся не	Обучающийся	. Обучающийся	Обучающийся четко и
		-		логически стройно его
			_	излагает, умеет тесно
			I^ ~	увязывать теорию с
				практикой, использует
	-			в ответе материал из
2.5				литературы, знает пра-
35				вила оформления стро-
	_	_	_	ительных чертежей в
				области теплообменно-
				го инженерного обору-
	ного инженерного		•	дования
	оборудования		инженерного обо-	' '
	ооорудовиния		рудования	
			PJACBuillin	

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсового проекта

		(	Оценка	
Код показа-		Пороговый уро-	Углубленный уро-	Продвинутый уровень
теля оцени-	«2»	вень освоения	вень освоения	освоения
вания	(неудовлетв.)	«3»	«4»	«5»
		(удовлетвор.)	(хорошо)	(отлично)
	Обучающийся с	Большинство	Обучающийся	Обучающийся свободно
	большими затруд-	предусмотренных	правильно приме-	справляется с задачами
		программой зада-	_	вопросами и другими
		ний выполнено, но		видами применения зна-
	работы, необходи-			ний, причем не затруд-
	_	_	_	няется с ответом при ви-
			и задач, владеет	
	сформированы, не			правильно обосновывает
У1	*	•	*	принятое решение, умеет
	методы математи-			применять методы мате-
	ческого анализа и	•	· ·	матического анализа и
	_			моделирования для ре-
	для решения задач			шения задач по тепло-
	по тепломассооб-		лиза и моделиро-	I ~
	мену	для решения задач	вания для решения	
		по тепломассооб-	задач по тепломас-	
		мену	сообмену	
	Большинство	Большинство	Все предусмот-	Все предусмотренные
H1	предусмотренных	предусмотренных	ренные програм-	программой задания вы-
	программой обу-	программой зада-	мой обучения	полнены, качество их

заданий не выпол.  в них имеются выполнены, каче-числом баллов, близким выполнения опечения опечения опечения опечения опечения опечения опечения обрумающийся не умеет применять проведения инженерных расчетов с привыечением соривнечением соривнечением соривнечением соривнечения обрумающийся обружающийся обружающий на выполнения опечено обружающий не выполнения опечено офромления опечено офромления результатов расчетов с привлеченым программой задания выполнения опечено обружающий обружения обруж		чения учебных	ний выполнено, но	учебные залания	выполнения оценено
выполнения опе- может применить навыки оформления результатов решения задач нимальному, не правильное оформления учебных заданий не выполнения опредусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнения опено, которомления орормления оформления результатов решения задач решения задач решения задач решения задач решения задач решения задач результатов решения задач решения задачия результатов расчетов обружающийся с обозывания задачия результатов решении практам привнения задачий, при ответнующей результатов решении практам решения задач решения з		•		I ~	
нено числом бал- навыки оформле- ния результатов приме оформления удультатов решения задач может применить навыков оформленых решения задач обучающийся не умеет применить проведения инженерных расчетов с привлечением со- ответствующего физико- математического аппарата ответствующего физико- математического аппарата обучения учебных программой обучения учебных инженерных расчетов с привлечением со- ответствующего физико- математического аппарата обучения учебных программой задачения учебных и выполнено заданий не выполненно оформление результатов расчетов с привлечением соответствующего физико- математического аппарата обучения программой задачения учебных программой задачения и учебных программой задания выполненно заданий не выполненно заданий не выполненно заданий не выполненно оформлении ренене числом балл-зультатов расчета оформление результатов расчетов ободышийся с большинство правильное оформление результатов расчетов обормление результатов расчетов обобивними затруль программой задачением соответствующего формление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчета обободно правильное оформления не ный вопрос, с тру- умест выбирать, ный вопрос, с тру- умест выбирать и небоходимую для составления чер- савления чертежа необходимую для составления чер- савления чертежа					
лов, близким к мин результатов приме оформления задач результатов решения задач руст полученные результатов решения задач проявлением со-ответствующего физикоматематического аппарата ствующего сбрующего сбрующего физикоматематического аппарата ствующего физикоматематического привенении задачия выполнены, к массимальному, правильному правильному правильному правильному правильному правильному струитымательному струитымательному струитымательному струитымательному струитымательному струиты					
нимальному, не решения задач  Обучающийся применить навыков оформления результатов решения задач  Обучающийся не обучающийся с обучающийся проведения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением соответствующего физиконагематического аппарата  Большинство предусмотренных программой заданий не выполнено, но оформление ренные программой задания выполнены, качество их учебные задания выполнены, качество их оформлении ренния достаточно выполнения оценено числом баллов, близким к минивывном работы, необходимую дия сотраммой задания инивальное оформление результатов расчетов оформление результатов расчетов оформление результатов расчетов оформление результатов расчета оборжаем расчета оборжаем расчета оборжаем расчета оборжаем расчета оборжаем расче					
может применить навыков оформления результатов решения задач  Обучающийся не Обучающийся с с Обучающийся проведения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением сопривлечением соответствующего физикоматематического аппарата  Большинство предусмогренных программой обу-программой обу-программой обу-программой зада-чения учебных ний выполнено, но заданий не выполнения оформлении ренния достаточно выполнения оформление ренния достаточно выполнения затрул-предусмогренных программой обу-программой зада-четов с привлечения с сответствующего физикоматематического аппарата  Большинство предусмогренных программой обу-программой задания выполнены, каче-числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчета  Обучающийся с Большинство большини затрул-предусмогренных при ство их выполнень к максимальному, правильное оформлении ренния достаточно выполнен результатов расчета  Обучающийся с Большинство большини затрул-предусмогренных программой задания выполнения оценово оформление результатов расчета  Обучающийся с Большинство большини затрул-предусмогренных при ство их выполне- к максимальному, правильное оформление ренния достаточно выпьное оформление результатов расчета  Обучающийся с Большинство большини затрул-предусмогренных при решении практические ний выполнено, но работы, необходичую при выбирать информацию, необоходимую прияхого выбирать информацию информацию, необоходимую прияхого решение, умеет выбирать дом выбирате иншию, необоходимую прияхого решение, умеет ныбирать информацию, необоходимую для составления чертежа		•			зультатов решения задач
решения задач  Обучающийся не умеет применять трудом применяет правильно примеровения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением софизикоматематического аппарата протраммой обучения учебных ний выполнено, но учебные заданий не выполнения оформлении ренено числом баллов, близким к минимальному, не правильному, не правильно результатов расчетов Обучающийся с большинство предусмотренных программой обучения учебных ний выполнено, но учебные задания выполнения оцено формлении ренено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформлении результатов расчетов Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданий не выполнения оцено оформлении ренено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформлении результатов расчетов Обучающийся с большинство правильное оформлении редабты, необходиь в них имеются являет теоретиченого формление результатов расчетов обучающийся с большинство правильное оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оборчающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов оборчающийся с оборчающийся с оборчающийся с оформление результатов расчетов обручающийся с оформление результатов расчетов оборчающийся с оформацийся с оборчающийся		•	решения задач		
решения задач  Обучающийся не Обучающийся с обучающийся применять проведения инжепроведения инжепрых расчетов с привлечением соответствующего физикоматематического аппарата  Больпинство предусмотренных программой обученом обучения учебных ний выполнено, но заданий не выполнения оценено числом балультатов расчета дов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство большинство обольшими затрудпрограммой задания ния достаточно высокое, верное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство обольшими затрудпрограммой задання инимальному, не правильное оформлении результатов расчетов  Обучающийся с большинство обольшими затрудпрограммой задання инимальному, не правильное оформлении результатов расчетов  Обучающийся с большинство обольшими затрудпрограммой задання иниментиваторы обормлении результатов расчетов  Обучающийся с ободно приментов обольшими затрудпрограммой задання и теоретичеными выполнятирограммой задання и достаточно высокое, верное оформление результатов расчетов  Обучающийся с ободно правильно приментороски проским и другими ет практические ний выполнено, но ские положения видами применения знание сформированы, не ный вопрое, с труумеет выбирать дом выбирает инщию, необходимую приятог обоненывает умеет выбирать дом выбирает инцино, необходимую приятог оставления чертежа  Теха Обучающийся с ободно приментороставления правильно обоновывает инцино, необходимую приятог обенение, умеет выбирать дом выбирает инцино, необходимую приятог оставления чертежа				ния задач	
Обучающийся не Обучающийся с обучающийся проведения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением сопривлечением сопривлечением собтветствующего физикоматематического аппарата  Большинство предусмотренных программой задания учебных программой обучения учебных программой задания ником задания не выполнения опенсио бальшиния опрораммой задания выполнения опенсио бальшиния опрораммой задания выполнения опенсов бальшинство предусмотренных программой задания регизи учебных ний выполнено, но опшобки при нено, качество их выполнения опенсов оформление ренего числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов Обучающийся с большиниство оформление результатов расчетов Обучающийся с большини затруд-предусмотренных программой задания выполнения опенсов оформление результатов расчетов Обучающийся с большини затруд-предусмотренных нениями выполняний ство их выполнень выполнения опенсов оформление результатов расчетов Обучающийся с большини затруд-предусмотренных нениями выполняния опрограммой задания на правильно примента заданий на правильно примента на правильно примента на поставлены оком баллов близким и другими выполнения на правильно примента на поставлены и задачу, меет вы бирать дом выбирает инию деобходимую для составления чер- ставления чер- ставления чертежа на борчать и правильно и правильно и правильно и правильно обходимую для составления чер- ставления чертежа на борчать и правильно и правильно обходимую для составления чертежа		* *			
Обучающийся не умеет применять проведения инженерных расчетов с привлечением согответствующего физикоматематического аппарата ап		* *			
умеет применять проведения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением сопривлечением собъетствующего физикоматематического аппарата  Большинство предусмотренных программой обучения учебных программой обучения учебных программой обучения учебных программой задачения учебных программой задачения учебных программой обучения ренено числом баллов, близким киннимальному, не правильное оформление результатов расчето в обозышими выполнячет ст практические обольшими выполнячет ст практические обоходимую для умеет выбирать информацию, необходимую для составления чер- ставления чертежа			Обущающийся с	Обущающийся	Обущающийся анапизи-
проведения инженерных расчетов с привлечением сопривлечением сопривлечением соответствующего физикоматематического аппарата ппарата предусмотренных программой заданий не выполнено, но заданий не выполнено, но чения учебных программой заданий не выполнено, но оформлении предусмотренных программой заданий не выполнено, но оформлении ренено числом баллов близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов оборммление результатов расчетов правильное оформление результатов расчетов правильное оформление результатов расчетов правильное оформление результатов расчетов оборммление результатов расчетов правильное оформлении практические практические опшбки, при ответических вопросами и другими инй выполнено, но задачи, не ный вопрос, с труумеет выбирать информацию, неободимую для составления чертежа принятое решение, умеет выбирать информацию, неободимую для составления чертежа принятое решение, умеет практические опшбки, при ответичение практического аппарата ствующего физикоматематического аппарата ствующего физикоматематического аппарата ствующего физикоматематического аппарата обучения программой задания выполнения ренные програм обучения ренные програм обучения ренные программой задания выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество и учество их выполнения обучения программой задания высокое, верпос оформление результатов расчета оформательное о		•	•	•	•
уговыте в привлечением сотответствующего физико- математического аппарата ипарата ипа					
уга ответствующего физико- физико- математического аппарата  Большинство предусмотренных программой обу- чения учебных заданий не выполнено, качество их нено, качество их нено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов Сбольшини выполные оформление результатов расчетов Сбольшими выполнено, предусмотренных программой заданий не выполнения оце- нено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство оформление результатов расчетов выполнено, ко ские положения выполнено правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство правильное оформлению результатов расчетов  Обучающийся с большинство обольшими затруд- нениями выполнено, но ские положения видами применения зна- информацию, не- формированы, не ный вопрос, с тру- умеет выбирать информацию, не- обходимую для со- составления чер- ставления чертежа  привемечетов спримененых проведения привеменных расчетов обучающийся свободно правильно обосновывает ин- информацию, не- обходимую для со- ставления чертежа  польении заданий, умеет выбирать информацию, не- обходимую для со- ставления чертежа					
физикоматематического аппарата  Большинство предусмотренных программой обу-программой заданий не выполнено, качество их нено числом баллов, близким к минивытьное оформление результатов расчетов реными заданий не выполнено, качество их оформление результатов расчетов обучающийся с большинство правильное оформление результатов расчетов обучающийся с программой заданий не выполнено, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнено, качество их выполнено, качество их выполнено, качество их выполненом к максимальному, пранено оформление результатов расчетов обормление ре					
Вольшинство предусмотренных программой обучения учебных ний выполнено, но учебные задания выполнены, качество их ний выполнено, но оформление результатов расчетов  Н2 выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнены, качество их выполнены, качество их учебные задания выполнены, качество их оформление результатов расчетов выполнены, качество их учебные задания выполнены, качество их оформление результатов расчетов выполнены, качество их оформление результатов расчетов выполнены, качество их обучения полнены, качество их обучения полнены, качество их обучения полнены, качество их обучения полнены, качество обучения полнены, качество их обучения полнены, качество их обучения полнены, качество их обучения полнены, качество обучения полнены, качество их обучения полнены, качество обучения полненыя обучения полнены, качество обучения выбольным обучения прадими обучения высокое,	У2	ответствующего	ответствующего	нием соответству-	применять проведения
Вольшинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, но заданий не выполнения опенено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданий выполнения опенения минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения достаточно высокое, верное зультатов расчета оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения оценено оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой задания выполнения оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных при решении применения значения правильно опросов внатся с ответом при высирать информацию, необорамино, необорамино, необорамино, необорамино, необорамино для составления чертежа  Ттвующего физикоматемный ренные программой задания выполнены, качество и учествые программой задания выполнены, качество и обучающийся свободно применения задачами, при отвение правильно обосновывает информацию, необорамино для составления чертежа		физико-	*	*	
Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, но заданий не выполнено, но заданий не выполнено, в них имеются нено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданий не выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство правильное правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданий не выполнения оправильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство правильно примений выполнень программой заданий правильно примений выполнено, но кие положения видами применения знаработы, необходиь обрать информацию, необходимую для составления чертежа  Уз компетенции не сформированы, не умеет выбирать дом выбирает инцио, необходимую для составления чертежа  Большинство предусмотренных при грамной задания выполнены, качество их выполнены, качество истом обърменым прыных выполнены, качество их выполнены, качество истом обърменым правильно оформение результатов расчета  Обучающийся свободно примений ские положения видами применения знарущийся свободно применении заданий, при ответом при решении правильно и грамотно выбирать информацию, необходимую для составления чертежа					-
Большинство предусмотренных программой обу- чения учебных нено, качество их ошибки при оформлении ренено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство оформление результатов расчетов  Обучающийся с большини вет практические работы, необходимую для составления чертежа  Уз компетенции не сформированы, не ный вопрос, с труумеет выбирать обходимую для ходимую для составления чертежа  Большинство предусмотренных программой задамой обучения программой задания выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их ошибки при ство их выполнено, качество их выполнены, качество их обучающийся соформление результатов расчета  Обучающийся оформление результатов расчетов  Обучающийся обучающийся свободно правильно применратические правильно применратические положения видами применения знапри решении пракний, при ответов их задач, умеет выбирать информацию, необоходимую для составления чертежа  Большинство оформление результатов расчетов  Обучающийся обучающийся обучающийся свободно правильно применратические правильно применратические вопросами и другими вопросами и другими вопросами и другими нет теоретиченой правильно обосновывает принятое решение, умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа		аппарата	аппарата	аппарата	1 -
Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, но нено, качество их имеются выполнены, качество их имеются выполнены, качество их оформлении ренено числом баллов, близким к минивальное оформление результатов расчетов Обучающийся с большими затруднегиямие т практические от практические от практические оботы, необходивые программой задания выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнены, качество их выполнения оценено оформление результатов расчета оформление результатов расчетов Обучающийся с вободно предусмотренных нениями выполнянерограммой задания высокое, верное оформление результатов расчета оформление результатов расчетов Обучающийся с вободно правильно примения обольшими затрудный выполнено, но работы, необходи- в них имеются мые практические ошибки, при ответе на поставления сформированы, не умеет выбирать дом выбирает информацию, необходимую для составления чертежа оставления чертежа выбирать информацию, необходимую для составления чертежа					
предусмотренных программой обу- чения учебных ний выполнено, но учебные задания выполнены, качество их учебные задания выполненыя оценено заданий не выполнено в них имеются выполнены, качения ошибки при выполнения ощенено числом бал- лов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большими затруднеги программой задания выполнены, качения ислом баллов, близким к минимальному, пе правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство большими затруднеги программой задания выполнены, качения выполнены, к максимальному, правильное оформление результатов расчета оформление программой задания выполнены, качения выполнены, к максимальному, правильное оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление программой задания высокое, верное оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление правильное оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчета оформление результатов расчетов обоучающийся свободно справильное опросов из дачения правильно применения знатическия вопросов из задания, правильное оформление задания, правильное оформление результатов расчета оформление задания высокое, верное зультатов расчета оформление результатов расчета оформление расчета оформление расчета оформление результа		Большинство	Большинство	Все препломот	•
программой обучения учебных заданий не выполнено, но в них имеются выполнены, качество их нено, качество их ошибки при ство их выполнены, качения учебные задания выполнения оценено выполнены, качения выполнены, качения оценено ислом баллов, близким и при ство их выполнения оценено нено числом баллов, близким и при ство их выполненов из выполнено их максимальному, прания достаточно высокое, верное оформление результатов расчетов оформление результатов расчетов обормление расчетов обормление результатов расчетов обормление результатов рас					
чения учебных заданий не выполнено, но заданий не выполнено, качество их выполнены, каченено числом балнов, близким гов оформлении ренено числом баллов, близким к максимальному, правыпольное оформление результатов расчетов оформление результатов расчето					
нено, качество их ошибки при ство их выполнены, каченено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных нениями выполнянов работы, необходимые практические испрактические компетенции не сформированы, не сформированы, не сформированы, не обходимую для составления чертежа  Выполнены, каче-числом баллов, близким к максимальному, правыполнено, к максимальному, правыполнено, к максимальному, правильно оформление результатов расчета  Обучающийся свободно правильно применретов опросами и другими выполнено, но ские положения видами применения знарительно опривении прак ний, причем не затрудию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся свободно правильно применретов опросами и другими видами применения знарительно обирать информацию, правильно обосновывает при решении прак информацию, необходимую для составления чертежа					
ния достаточно вильное оформление ренено числом баллов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, не умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  Выполнения ренения достаточно вильное оформление результатов расчета  Обучающийся с большинство правильно применния знаний выполнено, но в них имеются ошибки, при ответические положения видами применения знаний, причем не затрудниеских вопросов и задач, умеет высирать информацию, необходимую для составления правильно и грамотно кодимую для составления чертежа					
нено числом бал- лов, близким к ми- нимальному, не правильное оформление ре- зультатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой зада- нениями выполня- ет практические работы, необходи- мые практические компетенции не сформированы, не сумеет выбирать информацию, необходимую для со- тежа  Высокое, верное оформление зультатов расчета  Обучающийся свободно правильно приме- правильно приме- правильно приме- правильно приме- правильно приме- правильно правильно правильно приме- правильно правиль		нено, качество их	ошибки при		* *
лов, близким к минимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных нениями выполняет программой задает практические ний выполнено, но работы, необходивые практические ошибки, при ответом при решении практические ошибки, при ответом при витические ошибки, при ответом при витические обрамации, правильно обосновывает правильно обосновывает информацию, необходимую для составления чертежа информацию, необходимую для составления чертежа					
нимальному, не правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство предусмотренных программой заданения и выполнять в них имеются при решении практические работы, необходимые практические практические компетенции не сформированы, не сформированы, не сформированы, не сформированы, не умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  В зультатов расчетов зультатов расчетов обучающийся свободно правильно применения справляется с задачами, няет теоретичения видами применения знаний, при решении пракниеских вопросов няется с ответом при видами, при ответических вопросов няется с ответом при видинать информацию, необходимую для составления чертежа			зультатов расчета	_	зультатов расчета
правильное оформление результатов расчетов  Обучающийся с большинство правильно применениями выполнянет практические работы, необходимые практические ошибки, при отвеком и задач, умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся с большинство правильно применения справляется с задачами, няет теоретичений вопросами и другими справляется с задачами, при ответические положения видами применения знаний, при ответических вопросов и задач, умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся свободно справляется с задачами, неи выполнено, но сиравляется с ответом при видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видами применения заданий, при ответических вопросов и задач, умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся свободно справляется с задачами, при решении пракний, причем не затрудняется с ответом при видами применения заданий, при решении пракний, при ответических вопросов и задач, умеет выбирать информацию, правильно обосновывает при решение, умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа				^ ^	
Обучающийся с большинство большими затруднениями выполнянот практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, не умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся свободно правляется с задачами, правильно применения вопросами и другими видами применения знапри решении пракнические видами применения знапри решении пракний, при ответических вопросов няется с ответом при видом выбирает информацию, необходимую для составления чертежа  Обучающийся свободно правляется с задачами, правильно оприменения знапри решении пракний, причем не затрудниеских вопросов няется с ответом при видоманий, правильно обосновывает правильно обосновывает правильно обосновывает правильно и грамотно выбирать информацию, необходимую для составления чертежа		_		зультатов расчетов	
Обучающийся с Большинство обольшими затруднениями выполнянет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, не умеет выбирать информацию, необходимую для составления чертежа обходимую для составления чертежа		*			
большими затруд- нениями выполня- ет практические ний выполнено, но работы, необходи- мые практические ошибки, при отве- компетенции не те на поставлен- сформированы, не ный вопрос, с тру- умеет выбирать дом выбирает ин- информацию, не- обходимую для ходимую для со- составления чер- тежа  правильно приме- няет теоретиче- вопросами и другими ские положения видами применения зна- при решении прак- ний, причем не затруд- няется с ответом при ви- доизменении заданий, правильно обосновывает правильно обосновывает правильно обосновывает правильно и грамотно выбирать информацию, необходимую для со- ставления чертежа		1 1			
нениями выполня- ет практические ний выполнено, но работы, необходи- мые практические ошибки, при отве- компетенции не те на поставлен- умеет выбирать дом выбирает ин- информацию, не- обходимую для ходимую для со- тежа теоретиче- вопросами и другими видами применения зна- ний, причем не затруд- няется с ответом при ви- изадач, умеет вы- доизменении заданий, правильно обосновывает при решении прак- ний, причем не затруд- няется с ответом при ви- доизменении заданий, правильно обосновывает правильно и грамотно выбирать информацию, необходимую для со- ставления чертежа		Обучающийся с	Большинство	Обучающийся	Обучающийся свободно
ет практические работы, необходи- в них имеются при решении прак- ний, причем не затруд- ний вопросов компетенции не сформированы, не умеет выбирать дом выбирает информацию, необходимую обходимую для ходимую для составления чер- ставления чертежа тежа ские положения видами применения знаний, при отвений, при отвений видами применения знаний, при отвений,		2 -			-
работы, необходи- в них имеются при решении прак- ний, причем не затруд- тических вопросов няется с ответом при ви- компетенции не те на поставлен- и задач, умеет вы- доизменении заданий, правильно обосновывает умеет выбирать дом выбирает информацию, необходимую для составления чер- ставления чертежа тежа			* *	*	1
мые практические ошибки, при ответических вопросов няется с ответом при викомпетенции не те на поставлении задач, умеет высоформированы, не ный вопрос, с труфимеет выбирать дом выбирает информацию, необрание обходимую для ходимую для составления черствыя информацию, необходимую для составления черства информацию, необходимую для составления чертежа		*			*
компетенции не те на поставлен- и задач, умеет вы- доизменении заданий, сформированы, не ный вопрос, с тру- бирать информа- правильно обосновывает умеет выбирать дом выбирает ин- цию, необходимую принятое решение, умеет информацию, необ- для составления правильно и грамотно обходимую для ходимую для составления чер- ставления чертежа выбирать информацию, необходимую для составления чертежа					
сформированы, не ный вопрос, с тру- умеет выбирать дом выбирает ин- информацию, не- формацию, необ- обходимую для ходимую для со- составления чер- ставления чертежа тежа ставления чертежа					
умеет выбирать дом выбирает ин- информацию, не- формацию, необ- обходимую для ходимую для со- составления чер- тежа составления чертежа необходимую для со- ставления чертежа ставления чертежа					
информацию, не-формацию, необ-для составления правильно и грамотно обходимую для ходимую для со-ставления чер-ставления чертежа составления чертежа необходимую для составления чертежа					
составления чер- ставления чертежа необходимую для со- тежа ставления чертежа		информацию, не-	формацию, необ-	для составления	
тежа ставления чертежа				чертежа	
			ставления чертежа		-
Большинство Большинство Вса правиомот Вса прависмотрания			T.	D	•
		Большинство	Большинство	Все предусмот-	
предусмотренных предусмотренных ренные програм-программой задания выпрограммой обу-программой зада-мой обучения полнены, качество их				i^	
пения лиебитту пий втшолнено поллебить зацания втшолнения опенено					
НЗ заданий не выпол-в них имеются выполнены, каче-числом баллов, близким	H i	•		[ <sup>*</sup>	
нено, качество их ошибки, с трудом ство их выполне-к максимальному, при-					
выполнения оце-использует полу-ния достаточно меняет полученную ин-		выполнения оце-	использует полу-	ния достаточно	меняет полученную ин-
нено числом бал- ченную информа- высокое, имеет формацию при проекти-		нено числом бал-	ченную информа-	высокое, имеет	формацию при проекти-

		ции при проекти- ровании	навыки использования полученной информации при проектировании	ровании
У4		Обучающийся не уверенно работает с нормативной до-кументацией, методической и справочной литературой, в области тепломассообмена	Обучающийся умеет работать с нормативной до-кументацией, методической и справочной литературой, в области тепломассообмена	Обучающийся уверенно работает с нормативной документацией, методической и справочной литературой, в области тепломассообмена
H4	Обучающийся не может применить нормативную базу для обоснования принятых проектных решений при разработке схем, в области тепломассообмена	Обучающийся имеет не доста- точно навыков применения нор- мативной базы для обоснования при- нятых проектных решений при раз- работке схем, в области тепломас- сообмена	уверенно исполь- зует норматив- ную базу для обоснования при-	Обучающийся имеет уверенные навыки при использовании нормативных документов отечественных и зарубежных для обоснования принятых проектных решений при разработке схем, в области тепломассообмена
У5	умеет выбирать проектно-рабочую документацию для расчетов в области	уверенно выби- рает проектно-	умеет выбирать проектно-рабочую документацию для расчетов в области	рабочую документацию для расчетов в области
Н5	владеет правилами размещения про- ектируемых эле- ментов в области тепломассообмена. Не владеет навы- ками пользования расчетных таблиц,	целом владеет правилами размещения проектируемых элементов в области тепломассообмена. Не достаточно хорошо владеет навыками пользования	статочно хорошо владеет правилами размещения про- ектируемых эле- ментов в области тепломассообмена, владеет навыками пользования доку-	проектирования в обла- сти тепломассообмена, четко и уверенно поль- зуется таблицами, диа- граммами, номограмма-

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 7.3.1. Текущий контроль

Примеры вопросов для защиты лабораторных работ:

- 1. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Градиент температуры. Термическое сопротивление.
  - 2. Многослойные плоские стенки. Эквивалентная теплопроводность.
- 3. Уравнение теплопроводности для цилиндрической стенки. Критический диаметр цилиндрической стенки.
  - 4. Метод дополнительной стенки.
- 5. Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи. Закон теплоотдачи (Ньютона-Рихмана).
  - 6. Как измеряются температуры на поверхности стенки? Как устроена термопара?
  - 7. Конвективный и лучистый тепловые потоки.
- 8. Числа подобия: Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Рейнольдса. Физический смысл.
  - 9. Уравнения подобия.
- 10. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Уравнение теплового баланса.
- 11. Как определяется коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации пара на горизонтальной трубе?
- 12. Определение коэффициента теплоотдачи при движении жидкости в каналах при турбулентном и ламинарном режимах движения?

#### Примеры задач контрольных работ

- 1. Стенка наружного ограждения помещения толщиной  $\delta$  =0,50 м изготовлена из силикатного кирпича ( $\lambda$  =0,8 Вт/м.К). Температура воздуха в помещении - $t_{\infty 1}$ , температура внутренней поверхности стенки - $t_{c1}$ . Определить температуру наружной поверхности стенки  $t_{c2}$  и потери теплоты за сутки через эту стенку площадью 100 м<sup>2</sup>. Коэффициент теплоотдачи от внутренней стороны стенки  $\alpha_1 = 8$  Вт/м<sup>2</sup>К.
- 2. Стенка рабочей камеры печи площадью  $10 \text{ м}^2$  состоит из двух слоев. Первый слой из шамотного кирпича толщиной  $\delta$  =0,3 м, второй-той же толщины из диатомитового кирпича.

Теплопроводности материалов линейно зависят от температуры и могут быть определены по формулам:

```
для 1-го слоя \lambda_1 = 0.86 + 0.0006 t для 2-го слоя \lambda_2 = 0.122 + 0.0003 t.
```

Определить потерю тепла за сутки, построить график изменения температуры по толщине стенки. Температура внутренней поверхности -  $t_{c1}$ , температура наружной поверхности -  $t_{c3}$ .

3. В нагревательной печи, где температура газов  $t_{\infty 1}$ , стенка площадью 50 м $^2$  сделана из трех слоев: диатомитового кирпича толщиной 70 мм, красного кирпича толщиной 250 мм и снаружи слоя изоляции толщиной  $\delta_{u^3}$ . Воздух в цехе имеет температуру  $t_{\infty 2}$ . Коэффициент теплоотдачи в печи от газов к стенке -  $\alpha_1$ , снаружи от изоляции к воздуху -  $\alpha_2$ . Определить коэффициент теплопередачи и термические сопротивления теплопередачи от газов к воздуху, суточные потери теплоты, температуры на поверхности всех слоев.

Построить график изменения температуры в стенке.

4. Определить толщину слоя изоляции паропровода наружным диаметром  $d_2$ , если при температуре его поверхности  $t_{c2}$  наружная поверхность изоляции имеет температуру  $t_{c3}$  =60°C. Теплопроводность изоляции  $\lambda_2$ . Температура окружающего воздуха  $t_{sc2}$  =20°C. Коэффициент теплоотдачи от изоляции к воздуху -  $\alpha_2$ .

- 5. Вертикальный паропровод с наружным диаметром  $d_{_{\it H}}$  и длиной  $\ell$  охлаждается свободным потоком воздуха, температура которого  $t_{_{\it m}}$ . Температура поверхности трубы  $t_{_{\it cm}}$ . Определить потери теплоты паропроводом. Во сколько раз изменится величина тепловых потерь, если паропровод будет покрыт слоем изоляции толщиной  $\delta$ , чтобы температура поверхности была равна  $t_{_{\it cm}}$ =60°C? Потери теплоты излучением не учитывать.
- 6. Определить коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности трубы конденсатора паротурбинной установки к охлаждающей воде, количество передаваемой теплоты и длину трубки, если средняя по длине температура стенки  $t_{cm}$ , утренний диаметр трубки 16 мм, температура воды на входе  $t_{\infty}'$ , а на выходе  $t_{\infty}''$ , средняя скорость воды  $\omega$ .
- 7. Нагрев воды производится в теплообменнике, который изготовлен из труб с наружным диаметром d=30 мм, расположенных в шахматном порядке с поперечным и продольными шагами  $S_1=S_2=2,5d$ . Число труб в ряду m, число рядов n. Трубы располагаются поперек потока. Температура воздуха, поступающего в подогреватель,  $t'_{\infty}$ , а на выходе из подогревателя  $t''_{\infty}$ . Средняя температура наружной поверхности труб  $t_{cm}$ . Скорость воздуха в узком сечении трубного пучка 10 м/c. Какой длины должны быть трубы, чтобы тепловой поток, передаваемый воде, протекающей внутри труб, был равен 400 кВт?
- 8. Насыщенный водяной пар при давлении P конденсируется на вертикальной трубе высотой h. Разность температур пара и поверхности трубы равна  $\Delta t$ . Рассчитать и построить график изменения локального коэффициента теплоотдачи и толщины слоя конденсата по длине трубы. Чему равно среднее значение коэффициента теплоотдачи?
- 9. На поверхности горизонтальной трубы диаметром d и длиной  $\ell$  трубчатого теплообменника конденсируется сухой насыщенный пар при давлении P. Температура поверхности трубки  $t_c$ . Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи от пара к трубе и количество образовавшегося в течение часа конденсата.
- 10. Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи от сухого насыщенного водяного пара к поверхности вертикальной трубы диаметром d и длиной  $\ell$ , если давление пара P, а температура стенки  $t_c$ . Определить также количество образовавшегося в течение часа конденсата.
- 11. Какую температуру стенки  $t_c$  необходимо обеспечить, чтобы при пленочной конденсации сухого насыщенного пара на поверхности горизонтальной трубы диаметром d и длиной  $\ell$  конденсировалось  $G=7\cdot 10^{-8}$  кг/с пара? Давление пара P. Определить также значение коэффициента теплоотдачи.
- 12. Сухой насыщенный пар подается в вертикальный кожухо-трубный конденсатор, где происходит его конденсация при температуре  $t_{\scriptscriptstyle H}$ . Определить значение локального коэффициента теплоотдачи и толщину слоя конденсата на расстоянии  $x/\ell=0$ ; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; и 1,0 от вершины труб. По полученным данным построить график зависимости  $\alpha=f(\ell)$  и  $\delta=f(\ell)$ . Определить также среднее значение коэффициента теплоотдачи на длине  $\ell$  стенки трубы. Температуру стенки принять равной  $t_c$ .
- 13. Определить величину коэффициента теплоотдачи от поверхности кипятильника и величину теплового потока при пузырьковом режиме кипения воды при атмосферном давлении, если температура поверхности кипятильника  $t_c$ . Диаметр кипятильника d, длина  $\ell$ .
- 14. Определить количество водяного пара, которое испаряется из варочного котла в течение часа, если площадь поверхности нагрева котла равна F, а температура стенки котла  $t_c$

Котел работает при атмосферном давлении. 27. Определить коэффициент теплоотдачи и плотность теплового потока, отводимого конвективным путем от поверхности горизонтальной трубы диаметром D в пленочном режиме кипения воды при атмосферном давлении, если температура поверхности трубы  $t_c$ .

#### 7.1.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

Тематика курсового проекта:

Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.

Типовые варианты задания для курсового проекта:

*Цель выполнения курсового проекта*: практическое закрепление теоретического курса и приобретение студентами расчетных навыков по теплообменным аппаратам.

Содержание и объем курсового проекта:

#### 1. Расчетно-пояснительная записка.

Описание конкретного типа теплообменного аппарата и ряда исходных данных (расчет выполняется для случаев чистых поверхностей теплообмена и для труб, загрязненных отложениями сажи и накипи), необходимых для проведения теплового расчета. Целью теплового расчета является определение поверхности теплообмена (1 стр.), определение всех неизвестных параметров теплообменника по уравнению теплового баланса, вычисление среднего температурного напора (2 стр.), вычисление коэффициентов теплоотдачи от горячего теплоносителя к поверхности теплообмена, коэффициента теплоотдачи от поверхности теплообмена к холодной жидкости, расчет лучистого теплообмена, вычисление коэффициента теплопередачи (3-4 стр.), определение конструктивных размеров теплообменника, выбор числа секций, компоновка теплообменного аппарата (2 стр.), расчет температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена (не менее чем в пяти точках по направлению движения теплоносителей (2 стр.), расчет поверхности теплообмена и для труб, загрязненных отложениями сажи и накипи (2-3 стр.). Общий объем пояснительной записки 15 – 16 стр.

#### 2. Графическая часть проекта.

Чертеж рассчитанного рекуператора с правильно подобранным масштабом (1 лист формата А3 или А1). График изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена с указанием масштаба (1лист формата А3 миллиметровой бумаги).

Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости Контролируется выполнение курсового проекта, в т.ч. выполнение ручного счета (если необходимо) с последующей его защитой.

В случае успешного выполнения курсового проекта, студент допускается к его защите. По итогам защиты ставится оценка

Вопросы к защите курсовых проектов:

- 1. Типы теплообменных аппаратов?
- 2. Какие уравнения лежат в основе теплового расчета теплообменных аппаратов?
- 3. Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора.
- 4. Как определяются коэффициенты теплоотдачи? Уравнения подобия.
- 5. Как определяется коэффициент теплопередачи теплообменника?
- 6. Как определяются числа подобия: Nu, Re, Gr, Pr?
- 7. Как определяется степень черноты газов?
- 8. Как определяется эффективная толщина излучающего слоя?
- 9. Как вычисляется поглощательная способность стенки?
- 10. Как вычисляются конечные температуры теплоносителей

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

Примерные вопросы для сдачи экзамена:

- 1.Основные понятия и определения температурное поле, градиент, тепловой поток, плотность теплового потока (q,Q), закон Фурье.
  - 2. Уравнение теплопроводности, условия однозначности.
  - 3. Теплопроводность в плоской стенке (граничные условия 1-ого рода).
  - 4. Теплопередача через плоскую стенку (граничные условия 3-его рода).
  - 5. Теплопроводность в цилиндрической стенке (граничные условия 1-ого рода).
  - 6. Теплопередача через цилиндрическую стенку (граничные условия 3-его рода).
  - 7. Шаровая стенка (граничные условия 1-ого и 3-его рода).
  - 8. Термические сопротивления.
  - 9. Критический диаметр изоляции.
  - 10. Выбор тепловой изоляции по критическому диаметру.
  - 11. Теплопередача через оребренную стенку. Коэффициент оребрения.
- 12. Нестационарная теплопроводность. Направляющая точка. Физический смысл Ві, Fo.
  - 13. Нестационарная теплопроводность для неограниченной плоской стенки.
  - 14. Нестационарная теплопроводность для бесконечно длинного цилиндра.
  - 15. Нестационарная теплопроводность для шара.
  - 16. Регулярный тепловой режим.
  - 17. Уравнение энергии. Условия однозначности.
  - 18. Уравнения движения. Условия однозначности.
  - 19. Уравнение неразрывности. Условия однозначности.
  - 20. Приведение дифференциальных уравнений к безразмерному виду.
  - 21. Основные положения теории подобия. Теоремы подобия.
  - 22. Физический смысл чисел подобия. Физический смысл отношения Ргж/Ргст.
  - 23. Коэффициент теплоотдачи.
  - 24.Пограничный слой.
  - 25. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности.
  - 26. Теплообмен при течении жидкости в трубах.
  - 27. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы и пучков труб.
  - 28. Теплоотдача при свободном движении.
  - 29. Теплоотдача при кипении.
  - 30. Теплоотдача при конденсации.
  - 31. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения (Е, Q).
  - 32. Законы излучения Планка и Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.
  - 33. Степень черноты. Закон Ламберта.
  - 34. Теплообмен излучением между неограниченными плоскостями.
  - 35. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
  - 36.Теплообмен излучением при наличии экранов.
  - 37. Излучение газов и паров. Закон Бугера.
  - 38. Расчет теплообмена между газовой средой и поверхностью.
  - 39. Понятие о сложном теплообмене.
- 40. Теплообменные аппараты. Классификация. Тепловой расчет. Основные уравнения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетениий

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.
- Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа не более 15 минут.
- Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.
- Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовых работах (проектах) ФГБОУ ВПО «МГСУ».

### 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

		I . ˙ - ˙ - · · · · · · · · · · · · · · · ·		
No	Наименование дисци-	Автор, название, место издания, издатель-	Количество	Число
п/п	плины (модуля) в со-	ство, год издания учебной и учебно-	экземпляров	обучающихся,
	ответствии с учебным	методической литературы,	печатных	одновременно
	планом	количество страниц	изданий	изучающих
				дисциплину
				(модуль)
1	2	3	4	5
Осно	овная литература:			
		НТБ		
1		Мирам А.О., Павленко В.А. Техническая	81	200
		термодинамика. Тепломассообмен.		
	_	Учебник М.: АСВ, 2011 г.		
2	Тепломассообмен	Мирам А.О., Павленко В.А. Теплооб-	30	200
		менные аппараты. Учебное пособие.		
		- М.: МГСУ, 2011 г.		
		ЭБС АСВ		
Допо	олнительная литературс	<i>1:</i>		
	- **	НТБ		
1		Кушнырев В.И., Лебедев В.И., Павленко В.А., Техническая термодинамика и тепло-	291	200
		передача . М.:Стройиздат, 1986		
2		Нащокин В.В. Техническая термодина-	30	200
_		мика и теплопередача. 3-е изд. М.:		
		Высш.шк., 1980.		
3			30	200
3	Тепломассообмен	Теплотехника/ Под ред. А.П.Баскакова. М.: Энергоиздат,1982.		200
4		Исаченко В.П., Осипов В.А., Сукомел	30	200
		А.С. Теплопередача. М.:		
		Энергоиздат,1983		

5	Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача. М.: Высш. шк., 1988.	30	200
	ЭБС АСВ		

### 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Strukt ura/Kafedri/

#### 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### Организация деятельности обучающегося

- 1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
- 2. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
- 3. Уделить внимание следующим понятиям (теплопроводность, теплопередача, теплообмен, теплоотдача, термическое сопротивление и др.).
- 4. Мирам А.О., Павленко В.А. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. Варианты дом. задания. М.: МГСУ, 2014(имеются на кафедре «Теплотехника и теплогазоснабжение»).
- 5. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. Варианты дом. задания. М.: МГСУ, 2014. (имеются на кафедре «Теплотехника и теплогазоснабжение»).
- 6. Мирам А.О., Павленко В.А. Лабораторные работы по «Технической термодинамике и Тепломассообмену». Методические указания. -М.: МГСУ, 2012 г. (имеются на кафедре «Теплотехника и теплогазоснабжение»).
- 7. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания.
- 8. Ознакомиться со структурой и оформлением курсового проекта.
- 9. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.
- 10. При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

## 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

### 11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

<b>№</b> п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспе- ченности (%)
1	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	Определение ко- эффициента теп- лопередачи для теплоообменного аппарата, опреде- ление среднего температурного напора. Определе- ние площади по- верхности тепло- обменника.		100

### 11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Не предусматривается.

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса	
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?	
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/	

### 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

			№ и наименование
№			оборудованных учеб-
П/П	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	ных кабинетов, объек-
11/11			тов для проведения
			практических занятий
1	2	3	4
			Аудитории/аудитория
		Стационарные/мобильные (пе-	для проведения заня-
1.	Лекция	реносные) наборы демонстра-	тий лекционного типа в
		ционного оборудования	соответствии с переч-
			нем аудиторного фонда
			Аудитории/аудитория
		Мобильные (переносные) набо-	для проведения заня-
2.	Практические занятия	ры демонстрационного обору-	тий семинарского типа
		дования	в соответствии с пе-
			речнем аудиторного

	Ţ	<u> </u>	1
			фонда
3.	Лабораторные работы	Лабораторный стенд «Определение теплоемкости воздуха при атмосферном давлении» Лабораторный стенд «Процессы изменения состояния влажного воздуха» Лабораторный стенд «Определение теплопроводности наружного ограждения здания» Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы к воздуху» Лабораторный стенд «Исследование теплоотдачи конвекцией при вынужденном продольном омывании воздухом плоской поверхности (пластины)» Лабораторный стенд «Изучение процессов конвективной теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в пучке труб» Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплопередачи пароводяного теплооб-	фонда  514г УЛБ, Лаборатория "Теплотехники". Лаборатория "Термодинамики и тепломассообмена"

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению 08.03.01 Строительство.