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.ДВ.4.1	Термодинамика и теплопередача

Код направления подготовки	15.03.04
Направление подготовки	Автоматизация технологических процессов и производств
Наименование ОПОП (профиль)	Автоматизация инженерных и строительных технологий (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор	***к.т.н., доцент***		***Мирам А.О.***
доцент	***к.т.н., доцент***		***Белов В.М.***
ассистент			***Ботнарь М.И.***

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

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой			**д.т.н., профессор Хаванов 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	Чернов Р.О.		
НТБ	директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	начальник	Беспалов А.Е.		

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является теоретическая и практическая подготовка специалистов по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты в целях максимальной экономии топливно-экономических ресурсов ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов и использования вторичных энергоресурсов, защиты окружающей среды для подготовки бакалавра .

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

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
Способностью участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	ОПК-5	**Знает** основные законы гидравлики, технической термодинамики и теплопередачи	З1
		Умеет применять методы математического анализа и моделирования для решения задач по термодинамике и теплопередачи	У1
		Имеет навыки пользования нормативными документами для выбора исходных данных для расчетов	Н1

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

Дисциплина «Основы технологии систем ТГВ» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (уровень бакалавриата), профиль «Автоматизация инженерных и строительных технологий» и является обязательной к обучению.

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Математика», «Экология», «Гидромеханика жидкостей и газов», «Метрология и измерительная техника», «Инженерная и компьютерная графика».

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.

Студент должен:

Знать:

- Основы дифференциального и интегрального исчисления.
- Основные физические явления и законы, содержание раздела «молекулярная физика»; основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения.
- Основные понятия и принципы процессов фазового перехода веществ.
- Принципы рационального и безопасного использования природных ресурсов, энергии и материалов

Уметь:

- Решать математически задачи.
- Воспринимать, обобщать, анализировать входную и выходную информацию.
- Использовать инженерную и компьютерную графику.
- Ставить цель и выбирать пути ее достижения.
- Критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.

Владеть:

- Основами культуры мышления, логическими принципами построения информации.
- Кооперацией с коллегами, работой в коллективе.
- Персональным компьютером для работы в сети пользователей.
- Навыками программирования и алгоритмизации.
- Методологией самоподготовки и планирования времени.

Дисциплины, для которых дисциплина «Термодинамика и Теплопередача» является предшествующей:

- Технологические процессы и оборудование инженерных систем и сетей.
- Инженерные системы, сети, инженерная инфраструктура как объекты автоматизации.
- Автоматизация инженерных систем, сетей и инженерной инфраструктуры
- Безопасность жизнедеятельности.
- Энергоэффективные решения в системах автоматизации.
- Интеллектуальные системы зданий и комплексов.

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 составляет **3** зачетных единиц **108** акад.часов.
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Контактная работа с обучающимися					Самостоятельная работа	
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1.	*Термодинамика*	*4*	*1-8*	*8*	*8*	*8*			*25*	*Контроль выполнения и защита лабораторных работ.*
2.	*Теплопередача*	*4*	*9-16*	*8*	*8*	*8*			*35*	*Контроль выполнения и защита лабораторных работ. Защита КР.*
	Итого:	*4*		*16*	*16*	*16*			*60*	*Зачет*

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 для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	*Термодинамика*	Термодинамика (ТД) и тепломассообмен (ТМО), предмет, место и роль в системе подготовки бакалавра. Проблемы современной ТД и ТМО в связи с развитием новой техники и технологии Техническая термодинамика. Основные понятия и определения. Предмет технической термодинамики и ее методы. Теплота и работа. Параметры состояния. Термодинамический процесс. Уравнение состояния идеальных газов. Нормальные физические условия. Первый закон термодинамики: его сущность, формулировки, аналитическое выражение. Внутренняя энергия, работа, теплота. Энтальпия, энтропия, массовая, объемная и мольная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Температурная зависимость теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Функции состояния и функции процессов. Термодинамические процессы. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Политропные процессы. Уравнение политропы. Процессы в PV- и TS- координатах. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Сущность, основные формулировки второго закона. Термодинамические циклы тепловых машин. Термический КПД. Цикл Карно и его свойства. Интеграл Клаузиуса для обратимого и необратимого цикла. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Реальные газы и пары. Свойства реальных газов. Фазовые диаграммы. Процессы парообразования в диаграммах. Газовые смеси. Закон Дальтона. Влажный воздух. Основные параметры влажного воздуха. Определение характеристик и расчет процессов влажного воздуха с использованием i-d-диаграммы влажного воздуха. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Поршневой компрессор, принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Индикаторная диаграмма. Многоступенчатый компрессор. Изображение в PV- и TS-диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Циклы двигателей внутреннего сгорания и их анализ. Циклы газотурбинных установок. Термический КПД цикла теплового двигателя.	8
	Теплопередача	Теория теплообмена. Предмет и задачи теории теплообмена. Основные понятия и определения в процессах теплообмена.	8

		Теплопроводность. Понятия и определения. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Передача теплоты через различные стенки при граничных условиях I-го и III-го рода. Критический диаметр изоляции. Передача теплоты через оребренные стенки. Теплопроводность в ребре. Конвективный теплообмен. Сущность процесса. Уравнение теплоотдачи. Основные факторы, влияющие на процесс теплоотдачи. Структура потока. Физические свойства жидкости. Пограничные слои. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена: уравнения энергии, движения и неразрывности. Условия однозначности. Приведение к безразмерной форме системы диф. уравнений конвективного теплообмена. Получение чисел подобия. Основы теории подобия. Числа подобия и их физический смысл. Критериальные зависимости для различных видов конвективного переноса. Теплообмен излучением. Основные понятия. Законы теплового излучения. Виды тепловых потоков. Оптические характеристики поверхностей. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Излучение газов. Теплообменные аппараты. Основы расчета. Классификация, схемы движения теплоносителей теплообменников. Основные расчетные соотношения. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты рекуперативных теплообменников.	

5.2. Лабораторный практикум для очного отделения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторной работы	Кол-во акад. часов
1	Определение средней теплоемкости воздуха при атмосферном давлении	1. Изучить теоретические аспекты раздела 1.1. 2. Получить исходные данные. 3. Осуществить постановку задачи ЛР. 4. Определить среднюю теплоемкость воздуха при атмосферном давлении. Проанализировать результаты, сравнить с табличными данными, сделать выводы. Оформить отчет.	4
2	Исследование процессов во влажном воздухе	1. Изучить теоретические аспекты раздела 1.6. 2. Получить исходные данные. 3. Осуществить постановку задачи ЛР. 4. Рассчитать тепловой баланс установки и эффективность процессов. Построить процессы на i-d-диаграмме. 5. Проанализировать результаты, сделать выводы. Оформить отчет по лабораторной работе.	4
3	Исследование теплоотдачи при свободном движении воздуха	1. Изучить теоретические аспекты разделов 2.1,2.5, 2. Получить исходные данные. 3. Осуществить постановку задачи ЛР. 4. Рассчитать коэффициент теплоотдачи опытный и теоретический с использование теории подобия. 5. Проанализировать результаты, сделать выводы. Оформить отчет по лабораторной работе.	4
4	Определение коэффици-	1. Изучить теоретические аспекты разделов 2.6-2.8.	4

	ента теплопередачи теплообменного аппарата	2. Получить исходные данные. 3. Осуществить постановку задачи. 4. Рассчитать коэффициент теплопередачи пароводяного теплообменного аппарата опытный и теоретический с использование теории подобия. 5. Проанализировать результаты, сделать выводы. Оформить отчет по лабораторной работе.	

5.3. Перечень практических занятий для очного отделения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные термодинамические параметры идеального газа. Расчетное задание. Пп.1-2	Ознакомление с выполнением расчетного задания «Термодинамические процессы идеального газа». Выдача вариантов. Расчет п.1. Основные параметры в основных точках цикла (P,v,T)	2
2	Изопроцессы идеального газа. Расчетное задание. Пп.3-5	Расчет основных ТД параметров процессов (l, q, Δu, Δi, Δs). Расчет КПД цикла и сравнение его с КПД цикла Карно. Построение циклов в Pv-, Ts-координатах. Графическое определение работы и теплоты процессов. Сравнение с аналитическими значениями.	2
3	Влажный воздух	Решение задач на ознакомление с i-d-диаграммой влажного воздуха (раздел 1.6).	2
4	Основы термодинамики	Контрольная работа по теме «Техническая термодинамика» . Защита расчетного задания.	2
5	Расчет теплопередачи через многослойную плоскую стенку.	Решение задач по определение теплового потока через плоские и цилиндрические стенки в граничных условиях I и III рода.	2
6	Правильный выбор изоляции. Оребрение поверхностей.	Выдача задания к курсовой работе «Теплопередача через многослойную стенку».	2
7	Основы теории теплообмена. Использование теории подобия для расчета коэффициента теплоотдачи	Контрольное тестирование (15-20 мин). Решение задач по определению коэффициента теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции	2
8	Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов	Знакомство с алгоритмом расчета и основными уравнениями конструктивного расчета рекуперативных теплообменных аппаратов. Расчет числа секций водоподогревателя типа «труба в трубе».	2

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

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Самостоятельная работа для очного отделения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Термодинамика	Расчет п.2, 3, 5 и оформление расчетного задания	25

		«Термодинамические процессы идеального газа». Подготовка конспекта лабораторных работ: 1. Определение теплоемкости воздуха при атмосферном давлении. 2. Основные процессы влажного воздуха. Подготовка к контрольной работе по разделам 1.1.6: пп.1, 3. Политропные процессы идеального газа. Расчет. Построение в Pv-,Ts-координатах п.2. Основные газовые законы. Уравнение состояния идеального газа п.4. I-d-диаграмма влажного воздуха. Оформление отчетов по лабораторным работам.	
2	Теплопередача	Расчет самостоятельной работы «Теплопередача через многослойную плоскую стенку». Подготовка конспекта лабораторных работ: 1. Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции. 2. Расчет коэффициента теплопередачи пароводяного теплообменного аппарата. Подготовка к тестированию по теме «Основы теории теплообмена». Оформление отчетов по лабораторным работам. Расчет, оформление и подготовка к защите Кр «Теплопередача через многослойную стенку»	35

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 обучающихся по дисциплине (модулю)

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

На примере очной формы обучения

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*	
	1	2
ОПК-5	+	+

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

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация		
		Защита лаб.раб.	Защита курсовой работы/ проекта	Зачет-/дифференцированный зачет	
1	2	3	4	5	6
ОПК-5	З1			+	+
	У1	+	+		+
	Н1	+	+		+
ИТОГО		+	+	+	+

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

Учебным планом не предусмотрено

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

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
У1	Обучающийся с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, не умеет применять методы математического анализа и моделирования для решения задач по термодинамике и теплопередаче	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности при применении методов математического анализа и моделирования для решения задач по термодинамике и теплопередаче	Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет применять методы математического анализа и моделирования для решения задач по термодинамике и теплопередаче	Обучающийся свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, умеет применять методы математического анализа и моделирования для решения задач по термодинамике и теплопередаче
Н1	Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оце-	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, с трудом может применить	Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно	Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному, четко и уверенно применяет

	нено числом баллов, близким к минимальному, не может применить навыков оформления результатов решения задач	навыки оформления результатов решения задач	высокое, может приме оформления результатов решения задач	навыки оформления результатов решения задач

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

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
З1	Обучающийся не знает основные законы гидравлики, технической термодинамики и тепломассобмена	Обучающийся знает основные законы гидравлики, технической термодинамики и тепломассобмена

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

В течение преподавания дисциплины «Термодинамика и теплопередача» в качестве форм текущей аттестации студентов используются такие формы, как контроль текущей посещаемости; лабораторных работ, курсовой работы «Теплопередача через многослойную стенку».

Курсовая работа

Цель выполнения курсовой работы «Теплопередача через многослойную стенку»*:* практическое закрепление теоретического курса и приобретение студентами навыков по ведению теплового расчета как помещений зданий, так и теплообменного оборудования с использованием понятия термического сопротивления, правильного выбора изоляционного материала и рационального оребрения поверхностей теплообмена.

Освоение методики расчета процессов теплопередачи через многослойные стенки позволяет грамотно осуществлять выбор интеллектуальных систем и автоматики зданий и сооружений с учетом теплопотерь и теплопоступлений в помещение через наружные ограждения.

Курсовая работа «Теплопередача через многослойную стенку» является теоретичсеким фундаментом для изучения основных принципов определения тепловой мощности систем отопления-охлаждения, кондиционирования и вентиляции помещения, для грамотного выбора параметров наружного и внутреннего климата заданного здания и района строительства при теплотехническом расчете наружных ограждений и расчете теплового режима здания.

При подготовке курсовой работы студенты знакомятся с принципами подготовки строительных чертежей для проектирования систем обеспечения микроклимата, грамотным выбором конструкционных материалов

Тематика курсовой работы: определение плотности теплового потока через многослойную стенку; расчет термических сопротивлений теплопроводности, теплоотдаче, теплопередаче, коэффициентов теплопередачи. Расчет критического диаметра изоляции и выбор материала и толщины слоя изоляционного материала.

Содержание курсовой работы «Теплопередача через многослойную стенку»

1. Задание на выполнение курсовой работы. Объем 1-2 стр.
2. Расчет частных термических сопротивлений и общего сопротивления теплопередаче, коэффициентов теплопередачи и удельных тепловых потоков. Объем 8-10 стр.
3. Расчет критического диаметра изоляции для многослойной цилиндрической стенки. Правильный выбор изоляции. Расчет эффективного диаметра изоляции.
4. Выполнение схематического чертежа и графика изменения температуры вдоль слоев многослойной стенки. 1 лист А3 формата, с использованием комп. программ AutoCAD.

Общий объем расчетно-пояснительной записки 12-17 стр.

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ МНОГОСЛОЙНУЮ ПЛОСКУЮ СТЕНКУ

От дымовых газов с температурой $t_г$, *через плоскую стенку котла передается тепло кипящей воде с температурой* $t_{вд}$. *Используя значения коэффициентов теплоотдачи от газов к стенке котла* α_1 *и от стенки котла к воде* α_2, *требуется:*

п.1 Определить *термические сопротивления, коэффициенты теплопередачи, эквивалентные коэффициенты теплопроводности и удельные тепловые потоки* **q** через 1 м^2 стенки для следующих случаев:

1. 1) стенка стальная, совершенно чистая толщиной δ_2, теплопроводностью λ_2.

1. 2) стенка медная, совершенно чистая, такой же толщины δ_2, как в п.1.1) теплопроводностью λ'_2 = **300** Вт/мК;

1. 3) стенка стальная по п.1.1), но стороны воды покрыта слоем накипи толщиной δ_3, теплопроводностью λ_3

1. 4) стенка стальная по п.1.3), но поверх накипи имеется слой масла толщиной δ_4, теплопроводностью λ_4= **0.1** Вт/мК

1. 5) стенка стальная по п.1.4), но со стороны газов стенка покрыта слоем сажи толщиной δ_1, теплопроводностью λ_1

п.2 Приняв количество тепла **q**, передаваемого по п.1.1) за 100%, *подсчитать в процентах* значения тепловых потоков для остальных случаев пп.1.2), 1.3), 1.4), 1.5).

п.3 Определить *аналитически* и *графически* температуры поверхностей раздела отдельных слоев стенки для п.1.5).

п.4 Построить *линию падения температуры* в многослойной плоской стенке по п.1.5).

п.5 Сделать *выводы* по результатам расчетов.

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ МНОГОСЛОЙНУЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ СТЕНКУ

От протекающей в трубопроводе горячей воды с температурой $t_{Вд}$, *через цилиндрическую стенку трубы толщиной* δ_2 *передается тепло воздуху помещения с температурой* $t_{Вх}$. *Используя значения коэффициентов теплоотдачи от воды к внутренней поверхности трубы* α_1 *и от внешней поверхности трубы к воздуху помещения* α_2, *требуется:*

п.1 Определить *термические сопротивления, коэффициенты теплопередачи, удельные тепловые потоки* q_1 и q_2 через 1 м^2 наружной и внутренней поверхностей трубы и q_l через 1 метр трубы для следующих случаев:

а) гладкая, совершенно чистая труба (с наружным диаметром d_3) из алюминиевого сплава АД31, λ_2 = **110** Вт/мК;

б) труба по п.1а) со стороны воздуха имеет оребрение $\varphi = F_2 / F_1$;

в) труба по п.1а) со стороны воды покрыта слоем накипи толщиной δ_1 теплопроводностью λ_1 = **2** Вт/мК;

г) труба по п.1а) со стороны воздуха покрыта слоем тепло-изоляционного материала толщиной δ_3, теплопроводностью λ_3

п.2 Приняв количество тепла q_l, передаваемого воздуху через 1 м трубы по п.1а) за 100%, *подсчитать в процентах* значения тепловых потоков на 1 м трубы для условий по пп.16), 1в), 1г).

п.3 Определить *аналитически* температуры поверхностей отдельных слоев стенки теплоизолированной трубы для п.1г).

п.4 Построить *линию падения температуры* в многослойной цилиндрической стенке по п.1г).

В пределах одного слоя линия падения температуры строится по двум промежуточным точкам. Задание выполняется на миллиметровой бумаге форматом А4 с указанием масштабов по осям координат.

п.5 Определить *критический диаметр изоляции* для условий применения теплоизоляционного материала с λ_3 по п. 1г).

п.6 Определить термическое сопротивление слоя изоляции, удельный тепловой поток q_l на 1 метр трубопровода, *соответствующие его критическому диаметру*. Сопоставить с результатами по п.1г) и пояснить результат сравнения.

п.7 Сделать *выводы* по результатам расчетов.

Вопросы для защиты курсовой работы «Теплопередача через многослойную стенку»

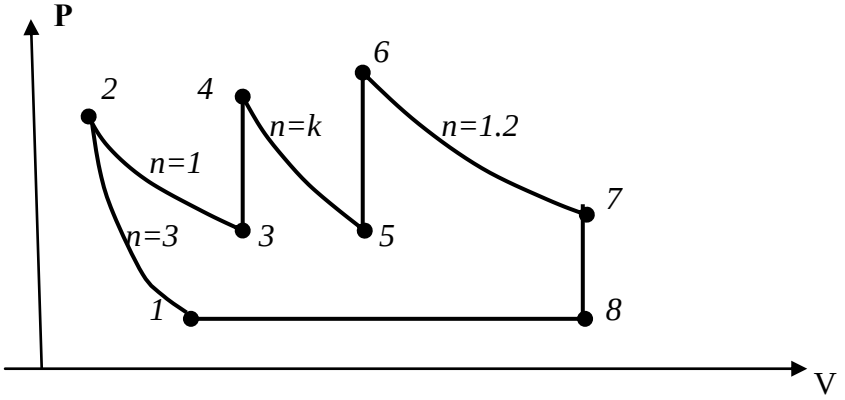
1. Цель и основная схема расчета.
2. Граничные условия I, II, III рода.
3. Термическое сопротивление (теплоотдаче, теплопроводности, теплопередаче).
4. Коэффициент теплопередачи для цилиндрической и плоской стенок.
5. Анализ табл. к п.2. Выводы. Размерности основных величин.
6. Коэффициент теплопроводности λ, теплоотдачи α, теплопередачи k.
7. Уровень значений λ для различных материалов.
8. Критический диаметр изоляции. Сущность, вывод формулы.
9. Оребрение поверхности. Цель. С какой стороны оребряют поверхность?
10. Аналитическое определение температуры поверхности слоев цилиндр. стенки.

Вопросы для защиты лабораторных работ :

1. Схема установки. Методика измерений. Основная схема расчета.
2. Изображение исследуемых процессов в i-d-диаграмме (к работе №2).
3. Размерности основных величин. Полученные результаты.
4. Теплоемкость – массовая, объемная, молярная. Истинная и средняя. Теплоемкость в изобарном и изохорном, в политропном процессах.
5. Влажный воздух – уравнение состояния, газовая постоянная, относительная влажность, влагосодержание, энтальпия.
6. Принципы построения диаграммы «энтальпия-влагосодержание».
7. Определение влажности воздуха по температурам сухого и мокрого термометров.
8. Температура точки росы, температура мокрого термометра.
9. Расчет процессов нагревание и сушки с использованием i-d-диаграммы .
10. Схема установки. Методика измерений.
11. Основная схема расчета (по экспериментальным данным и с использованием критериев подобия).
12. Полученные результаты. Размерности основных величин.
13. Критерии подобия для свободной и вынужденной конвекции.
14. Порядок величин коэффициента теплоотдачи для свободной и вынужденной конвекции в газах и жидкостях.
15. Термическое сопротивление теплопроводности и термическое сопротивление теплоотдачи плоской и цилиндрической стенок.
16. Определение коэффициента теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки.
17. Основные уравнения конструктивного расчета рекуперативных теплообменников.
18. Закон Ньютона-Рихмана, Стефана-Больцмана.

Вариант задания контрольной работы по теме «Техническая термодинамика»

1. Изобразить цикл идеального газа в TS-координатах. Дать названия процессам. Объяснить направления процесса (dT, dS, dP, dV)



2. Определить массу 170 л азота при нормальных физических условиях.
3. 1,5 кг воздуха сжимают политропно от P_1 = 0,9 бар и t_1 =18 °С до P_2 =10 бар, температура при этом повышается до t_2 = 125 °С. Определить показатель политропы, конечный объем, затраченную работу и количество подведенного тепла.
4. Влажный воздух занимает объем 100 м^3 при t = 50 °С и φ = 60 %. Определить все его параметры и массу пара, содержащегося во влажном воздухе.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Вопросы для подготовки к зачету по курсу «Термодинамика и теплопередача»

1. Термодинамические параметры. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Нормальные физические условия.
2. Изотермический процесс изменения состояния идеального газа.
3. Изохорный процесс изменения состояния идеального газа.
4. Изобарный процесс изменения состояния идеального газа.
5. Адиабатный процесс изменения состояния идеального газа.
6. Политропный процесс изменения состояния идеального газа. Определение теплоты, работы, изменения внутренней энергии.
7. Теплоемкость - массовая, объемная, молярная. Средняя теплоемкость. Теплоемкость в изобарном и изохорном процессах.
8. I закон термодинамики. Формулировка. Аналитическое выражение.
9. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно.
10. Термодинамические параметры влажного воздуха. Относительная влажность, влагосодержание, температура мокрого термометра, температура точки росы. I-d - диаграмма влажного воздуха.
11. Смесь идеальных газов. Определение парциального давления компонентов, молекулярной массы и газовой постоянной смеси.
12. Реальные газы. Водяной пар. P-V, T-S, i-S-диаграммы водяного пара. Характерные состояния водяного пара.
13. Циклы ДВС. Сравнение циклов Дизеля, Отто, Тринклера.
14. Компрессор. Индикаторная диаграмма одно- и многоступенчатого компрессора. Определение удельной теплоты и работы.
15. Паросиловая установка. Принципиальная схема. Цикл Ренкина. Термич. КПД.

16. Методы увеличения термического КПД паротурбинной установки.
17. Основные виды теплообмена. Основные положения.
18. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
19. Конвективный теплообмен. З-н Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
20. Теплопроводность плоской стенки. Теплопередача через плоскую стенку
21. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопередача через цилиндр. стенку.
22. Критический диаметр изоляции. Рациональный выбор тепловой изоляции.
23. Оребрение поверхностей. Основные закономерности.
24. Теория подобия. Основные понятия. 3 теоремы подобия.
25. Метод размерностей. π–теорема.
26. Основные критерии подобия (Nu, Re, Pr, Gr). Физический смысл.
27. Конвективный теплообмен. Система дифференциальных уравнений. Условия однозначности. Граничные условия 1,2,3 рода.
28. Конвективная теплоотдача. Динамический и тепловой погранслой.
29. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской пластины. Пограничный слой. Распределение локального коэффициента теплоотдачи.
30. Теплоотдача при вынужденном течение жидкости в трубах. Пограничный слой. Распределение локального коэффициента теплоотдачи.
31. Свободная и вынужденная конвекция. Основные критериальные зависимости
32. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Цель. Основные уравнения

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

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) НИУ МГСУ.

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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
Основная литература:				
		НТБ		
1	Термодинамика и теплопередача	Мирам А.О., Павленко В.А. Техническая термодинамика. Тепломассообмен. Учебник. - М.: АСВ, 2011 г.	81	50
		Мирам А.О., Павленко В.А. Теплообменные аппараты. Учебное пособие. - М.: МГСУ, 2011 г.	30	50
		ЭБС АСВ		
Дополнительная литература:				
		НТБ		
1	Термодинамика и теплопередача	Теплотехника : учеб. для вузов / под ред. В. Н. Луканина ; [В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.]. - Изд. 6-е, стер. - М. : Высш.шк., 2008. - 671 с. : ил. УДК 621.1.	200	50
2		Ерофеев, В. Л. Теплотехника / В. Л. Ерофеев, Семенов П.Д., Пряхин А.С. – М. : Академкнига, 2006. – 488 с. : ил. УДК 621.1.	50	50
3		Лариков, Н. Н. Теплотехника / Н. Н. Лариков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 432 с. УДК 621.1.	293	50
		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/Struktura/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 (Гидростатика, Закон вязкого трения Ньютона, Общие законы и уравнения динамики жидкостей, Основы теории гидравлических сопротивлений, Предмет технической термодинамики и ее методы, Теплообмен в энергетике и строительстве).
4. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания.
5. Ознакомиться со структурой и оформлением курсового проекта.
6. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Термодинамика и теплопередача	Термодинамические процессы идеального газа	Электронная почта (для проверки и консультирования)	**100**

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Не предусмотрено.

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):

Учебные занятия по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1.	Лекция	Стационарные/мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2.	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного 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 теплообменного аппарата»	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 подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль подготовки «Автоматизация инженерных и строительных технологий».