

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2024 17:09:18
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Химических технологий и промышленной экологии
Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Информационные системы и технологии в топливно-энергетическом комплексе
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Тепломассообмен» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

Доцент Н.М. Шарпар

Заведующий кафедрой: О.И. Седяров

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Тепломассообмен» изучается в пятом, шестом семестрах.
Курсовая работа – предусмотрена в 5 семестр.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

- пятый семестр - зачет с оценкой
- шестой семестр - экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Тепломассообмен» относится к обязательной части программы.
Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Техническая термодинамика;
- Гидрогазодинамика;
- Электротехника и основы электроники;
- Теплофизика;
- Основы проектной деятельности;
- Физика;
- Введение в профессию;
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Математические методы в теплофизике и теплоэнергетике;
- Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике;
- Нагнетатели, тепловые двигатели и энергетические установки;
- Паровые, газовые турбины и компрессоры;
- Энергетический аудит и энергетические балансы промышленных предприятий;
- Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕПЛОМАССООБМЕН»

Целями освоения дисциплины «Тепломассообмен» является:

- формирование знаний основных физических моделей переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах;
- формирование у студентов базовых знаний в области теории тепловых и массообменных процессов, развитие навыков самостоятельного ориентирования в широком круге теоретических и прикладных вопросов по теории тепломассообмена при эксплуатации и использования теплотехнического оборудования;
- умение и навыки использовать методы расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующиеся на этих моделях, методы экспериментального изучения процессов тепломассообмена и определения переносных свойств;

- изучение алгоритмов расчета и проектирования теплообменных аппаратов;
- понимание основных принципов и законов тепломассообмена;
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности;
- оптимизация процессов теплообмена;
- формирование у обучающихся компетенций установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине;
- квалифицированное проведение элементарных расчетов задач теплопроводности, конвективного теплообмена, теплообмена при фазовых и химических превращениях и теплообмена излучением, массообмена, теплогидравлики;
- изучение теплообмена в различных отраслях промышленности;
- освоение типовых методик расчета теплообменных аппаратов теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине «Тепломассообмен»:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-ОПК-3.2 Применение теоретических основ физики при решении прикладных задач промышленной теплоэнергетики	- применяет теоретические основы физики при решении прикладных задач в области тепломассообменных процессов и оборудования
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-ОПК-4.2 Использование знания теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	- использует знания теплофизических свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе
	ИД-ОПК-4.4 Применение основных законов тепломассообмена при расчете и проектировании теплотехнических установок	- применяет основные законы тепломассообмена при расчете и проектировании теплотехнических установок в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	10	з.е.	320	час.
---------------------------	----	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
5 семестр	зачет с оценкой, курсовая работа	128	34	16	16			62	
6 семестр	экзамен	192	32	16	16			104	24
Всего:	зачет с оценкой, экзамен, курсовая работа	320	66	32	32			166	24

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные задания, час	Практическая подготовка, час		
Пятый семестр							
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2	Раздел I. Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность	8	10	5		12	Формы текущего контроля по разделу I: 1. устный опрос 2. тестирование 3. защита лабораторных работ 4. контрольные работы, 5. индивидуальные домашние задания, 6. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.
ОПК-4: ИД-ОПК-4.2	Тема 1.1 Способы тепло- и массопереноса.	4				3	
ИД-ОПК-4.4	Тема 1.2 Стационарная и нестационарная теплопроводность.	4				3	
	Практическое занятие № 1.1 Расчет количества тепла, передаваемого через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрические стенки при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода.		10			3	
	Лабораторная работа № 1.1 Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала.			5		3	
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2	Раздел II. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена	16	4	9		14	Формы текущего контроля по разделу II: 1. устный опрос 2. тестирование 3. защита лабораторных работ 4. контрольные работы, 5. индивидуальные домашние задания, 6. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ. 7. реферат/доклад с презентацией
ОПК-4: ИД-ОПК-4.2	Тема 2.1 Дифференциальные уравнения теплообмена и основы теории подобия.	8				2	
ИД-ОПК-4.4	Тема 2.3 Теплообмен при свободной, вынуженной и смешанной конвекции.	8				2	
	Практическое занятие № 2.1 Расчет критического диаметра цилиндрической стенки.		2			3	
	Практическое занятие № 2.2		2			3	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные задания, час	Практическая подготовка, час		
	Расчет количества тепла, передаваемого через ребристую стенку.						
	Лабораторная работа № 2.1 Определение среднего коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободном движении воздуха.			9		4	
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2	Раздел III. Теплообмен излучением	10	2	2		8	Формы текущего контроля по разделу III: 1. устный опрос 2. тестирование 3. защита лабораторных работ 4. контрольные работы, 5. индивидуальные домашние задания, 6. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.
ОПК-4: ИД-ОПК-4.2	Тема 3.1 Определение основных величин и законы излучения.	3				1	
ИД-ОПК-4.4	Тема 3.2 Теплообмен излучением между телами в прозрачных и поглощающих средах.	3				1	
	Тема 3.3 Сложный теплообмен.	4				2	
	Практическое занятие № 3.1 Расчёт теплообмена излучением от излучающей и поглощающей среды к поверхностям нагрева теплообменных устройств		2			2	
	Лабораторная работа № 3.1 Изучение сложного теплообмена.			2		2	
	Выполнение курсовой работы					24	
	Зачет с оценкой					4	в письменной форме по билетам
	ИТОГО за пятый семестр	34	16	16		62	
	Шестой семестр						
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2	Раздел IV. Теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей	10	6	8		30	Формы текущего контроля по разделу IV: 1. устный опрос
ОПК-4:	Тема 4.1	5				6	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	Конденсация чистого пара						2. тестирование 3. защита лабораторных работ, 4. контрольные работы, 5. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.
	Тема 4.2 Кипение однокомпонентных жидкостей	5				6	
	Практическое занятие № 4.1 Расчет количества тепла при конденсации.		3			6	
	Практическое занятие № 4.2 Расчет теплоотдачи при развитом пузырьковом и пленочном кипении в большом объеме. Кризис кипения первого рода.		3			6	
	Лабораторная работа № 4.1 Теплоотдача при конденсации водяного пара и при пузырьковом кипении жидкости.			8		6	
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	Раздел V. Расчет теплообменных аппаратов	10	6	8		44	Формы текущего контроля по разделу V: 1. устный опрос 2. тестирование 3. защита лабораторных работ, 4. контрольные работы, 5. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, 6. реферат/доклад с презентацией.
	Тема 5.1 Рекуперативные и регенеративные теплообменники.	10				10	
	Практическое занятие № 5.1 Основы расчета теплообменных аппаратов. Проектный и поверочный расчеты рекуперативных теплообменников.		2			8	
	Практическое занятие № 5.2 Расчет теплообменников-смесителей и регенеративных теплообменников.		2			8	
	Практическое занятие № 5.3 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов.		2			10	
	Лабораторная работа № 5.1 Испытание рекуперативного теплообменника.			8		8	
ОПК-3: ИД-ОПК-3.2	Раздел VI. Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях	12	4			30	Формы текущего контроля по разделу VI:

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	Тема 6.1 Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях.	12				15	1. устный опрос 2. тестирование 3. защита лабораторных работ, 4. контрольные работы, 5. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ. по билетам в письменной форме
	Практическое занятие № 6.1 Расчет коэффициента массоотдачи и потока массы компонента на основе аналогии процессов тепло- и массообмена		4			15	
	Экзамен					24	
	ИТОГО за шестой семестр	32	16	16		128	
	ИТОГО за весь период	66	32	32		190	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность	
Тема 1.1	Способы тепло- и массопереноса.	Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Вектор плотности теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Метод математической физики для вывода ДУ теплопроводности. Полярная система координат. Условия однозначности. Граничные условия.
Тема 1.2	Стационарная и нестационарная теплопроводность	Теплопроводность через плоские и цилиндрические стенки. Стационарная теплопроводность в плоской бесконечной пластине. ДУ теплопроводности (частный случай). Условия однозначности. Удельный тепловой поток. Система плоских стенок с ГУ 1-го рода. Система плоских стенок с ГУ 3-го рода. Стационарная теплопроводность при ГУ 3-го рода. Графический метод определения температур между слоями. Распределение температур в плоской стенке при зависимости теплопроводности от температуры. Теплопроводность через 1-ю цилиндрическую стенку. ДУ теплопроводности для цилиндрической стенки. Условия однозначности. Преобразование ДУ. Тепловой поток. Теплопроводность через трехслойную (многослойную) цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление. Теплоотдача через плоскую стенку. Термическое сопротивление теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Падения температур. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Линейный коэффициент теплопередачи. Интенсификация теплопередачи. Теплопередача через оребренную стенку. Тепловой поток, переданный через оребренную стенку. Эффект оребрения. Эффективность ребра. Уравнение нестационарной теплопроводности в обобщенном виде. Охлаждение (нагревание) пластины. Охлаждение (нагревание) цилиндра. Регулярный режим. Внутренняя задача. Внешняя задача. Температурное поле в пластине. Теплота, отданная от пластины к жидкости. Средняя по толщине пластины безразмерная избыточная температура. Охлаждение (нагревание) бесконечного цилиндра. Числа подобия для охлаждения (нагревания) цилиндра. Безразмерные избыточные температуры. Теплота, отданная от цилиндра к окружающей его жидкости. Регулярный режим охлаждения. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. I – неупорядоченная стадия охлаждения. II стадия охлаждения –регулярный режим. Теплопроводность в стержнях. Теплопроводность при наличии внутр ист тепла. Численные методы теплопроводности.

Раздел II	Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена	
Тема 2.1	Дифференциальные уравнения теплообмена и основы теории подобия	Теория подобия физических явлений. Условия подобия процессов конвективного теплообмена. Условия подобия физических явлений. Безразмерное дифференциальное уравнение теплоотдачи. Приведение к безразмерному виду дифференциального уравнения энергии. Безразмерное дифференциальное уравнение энергии. Приведение к безразмерному виду уравнения движения. Числа подобия Рейнольдса, Грасгофа, Эйлера. Безразмерное дифференциальное уравнение сплошности (неразрывности). Безразмерные система уравнений и граничные условия. Определяемые и определяющие числа подобия. Общий вид решений конвективной теплоотдачи в безразмерном виде. Виды подобий. II и III теоремы подобия физических явлений. Геометрическое подобие. Константы подобия. Подобие при свободном и вынужденном движении. Уравнения подобия и их применения. Метод размерностей. Подобие явлений различной физической природы. Аналогия. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
Тема 2.2	Теплообмен при свободной, вынужденной и смешанной конвекции.	Конвективный теплообмен в однородной среде. Свободная (естественная) и вынужденная конвекции. Физические свойства жидкостей. Вязкость жидкости. Коэффициент объемного (температурного) расширения жидкости. Гидродинамический пограничный слой. Определение гидродинамического пограничного слоя. Режимы движения жидкости. Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Толщина теплового пограничного слоя. Дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи. Система дифференциальных уравнений, описывающих конвективную теплоотдачу. Теплообмен при смешанной конвекции. Течение у вертикальной поверхности. Смешанная конвекция в различных системах. Вынужденная конвекция. Вынужденная конвекция в трубах и каналах. Свободная (естественная) конвекция. Безотрывное обтекание трубы. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы. Отрыв пограничного слоя при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Изменение локального коэффициента теплоотдачи. Отрыв турбулентного и ламинарного пограничных слоев от цилиндра. Уравнения подобия для поперечного обтекания одиночных цилиндров. Угол атаки. Поперечное обтекание трубных пучков. Изменение теплоотдачи по окружности трубы. Анализ изменения коэффициента теплоотдачи по рядам трубных пучков. Теплоотдача при поперечном обтекании трубных пучков. Изменение среднего коэффициента теплоотдачи по рядам трубных пучков. Режимы движения жидкости в трубном пучке. Уравнения подобия для теплоотдачи в трубных пучках. Средний по трубному пучку коэффициент теплоотдачи.
Раздел III	Теплообмен излучением	
Тема 3.1	Определение основных величин и законы излучения	Общие понятия лучистого теплообмена. Особенности лучистого теплообмена в разных средах. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Тепловой баланс лучистого теплообмена в абсолютных единицах. Классификация

		потоков излучения. Законы излучения. Планка, Вина, Кирхгофа, Стефана-Больцмана.
Тема 3.2	Теплообмен излучением между телами в прозрачных и поглощающих средах.	Теплообмен излучением в плоской щели (с системой экранов), между телом и оболочкой (при наличии экранов). Поглощение излучения газом. Расчет теплообмена излучением между поглощающей газовой средой и оболочкой.
Тема 3.3	Сложный теплообмен.	Горизонтальная щель. Тело в неограниченном объеме. Течение поглощающих газов в трубах и каналах.
Раздел IV	Теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей	
Тема 4.1	Конденсация чистого пара	Теплообмен при фазовых превращениях. Пленочная конденсация чистых паров. Конденсация пара на вертикальной стенке. Математическое описание процесса конденсации. Формула Нуссельта. Уравнения теплоотдачи для ламинарного движения пленки конденсата. Теплоотдача при турбулентном течении пленки конденсата. Конденсация пара на горизонтальной трубе. Уравнение подобия Бермана. Конденсация пара на горизонтальных трубных пучках. Теплообмен при конденсации чистого пара.
Тема 4.2	Кипение однокомпонентных жидкостей	Определение пузырькового и пленочного кипения. Критический радиус пузырька. Теплообмен при пузырьковом кипении жидкостей. Описание процесса теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкостей. Уравнение подобия для теплоотдачи при пузырьковом кипении. Коэффициент теплоотдачи при кипении воды. Пленочное кипение. Механизм пленочного кипения жидкости. Теплоотдача при ламинарном движении паровой пленки. Теплоотдача при турбулентном течении паровой пленки. Структура потока при кипении жидкости в вертикальной трубе. Режимы движения потока при кипении жидкости в вертикальной трубе. Структура потока при кипении жидкости в горизонтальной трубе. Режимы движения потока при кипении жидкости в горизонтальной трубе. Интерполяционная формула Лабунцова. Кривая кипения воды при атмосферном давлении. Характерные области кривой кипения жидкости. Первый кризис кипения. Второй кризис кипения. Вторая критическая разность температур.
Раздел V	Расчет теплообменных аппаратов	
Тема 5.1	Рекуперативные и регенеративные теплообменники	Рекуперативные теплообменники. Рекуперативный воздухоподогреватель парогенератора. Регенеративные теплообменники. Регенеративный воздухоподогреватель. Конструкция РВП. Насадка РВП. Смесительные теплообменники. Деаэрационная колонка струйного типа. Деаэрационная колонка струйно-барботажного типа. Теплообменники с внутренними источниками теплоты. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Прямоток. Противоток. Сложный ток. Перекрестный ток. Изменение температур теплоносителей при прямотоке. Изменение температур теплоносителей при противотоке. Средняя разность температур между теплоносителями. Средняя разность температур между теплоносителями при других токах. Поправка на токи теплоносителей.

		Преимущества противоточных теплообменных аппаратов. Теплообмен при свободном и вынужденном движении среды. Тепловые процессы. Теплообменники. Нагрев острым паром. Теплообменное оборудование промышленных предприятий. Конструкция пластинчатых ТА. Тепловой расчет регенеративных теплообменных аппаратов. Гидравлические и аэродинамические особенности их расчета.
Раздел VI	Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях	
Тема 6.1	Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях	Тепломассообмен в двухфазных средах. Диффузия. Плотность потока массы. Закон Фика. Молекулярный перенос с учетом трех диффузий. Термо- и бародиффузия. Плотность теплового потока в смеси. Плотности тепловых потоков с учетом массообмена. Вывод дифференциального уравнения энергии с учетом массообмена. Дифференциальное уравнение энергии с учетом массообмена. Дифференциальное уравнение массообмена. Тройная аналогия. Число (критерий) Льюиса. Коэффициент массоотдачи. Тепломассообмен при испарении жидкости в паро-газовую среду. Уравнение подобия для массообмена при конденсации паро-воздушной смеси. Основные положения тепломассообмена при химических превращениях. Уравнение энергии с учетом массообмена.

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, зачетам, экзаменам;
- изучение учебных пособий;
- изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;
- конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей;
- участие студентов в составлении тестов;
- проведение исследовательских работ;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

- выполнение домашних заданий;
- подготовка к коллоквиуму, контрольной работе;
- выполнение индивидуальных заданий;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом, перед зачетом.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
Раздел I	Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность			
Тема 1.1	Способы тепло- и массопереноса.	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ	3
Тема 1.2	Стационарная и нестационарная теплопроводность	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ	3

			работ, защита лабораторных работ	
Раздел II	Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена			
Тема 2.1	Дифференциальные уравнения теплообмена и основы теории подобия	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ и реферату с презентацией; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ, реферат с презентацией	2
Тема 2.2	Теплообмен при свободной, вынуженной и смешанной конвекции	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ и реферату с презентацией; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ, реферат с презентацией	2
Раздел III	Теплообмен излучением			
Тема 3.1	Определение основных величин и законы излучения.	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита	1

			лабораторных работ	
Тема 3.2	Теплообмен излучением между телами в прозрачных и поглощающих средах	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ	1
Тема 3.5	Сложный теплообмен.	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, семинар-конференция, контрольные работы, индивидуальные домашние задания, письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ.	1
Раздел IV	Теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей			
Тема 4.1	Конденсация чистого пара	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить конспектирование монографий, или	устный опрос, тестирование, контрольные работы, курсовая работа, письменный отчет с результатами	6

		их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; выполнение (КР) и подготовка к ее защите; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ.	
Тема 4.2	Кипение однокомпонентных жидкостей	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; выполнение (КР) и подготовка к ее защите; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, курсовая работа, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ.	6
Раздел V	Расчет теплообменных аппаратов			
Тема 5.1	Рекуперативные и регенеративные теплообменники	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ и реферату с презентацией; выполнение (КР) и подготовка к ее защите; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	устный опрос, тестирование, контрольные работы, курсовая работа, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, реферат, защита лабораторных работ.	10
Раздел VI	Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях			
Тема 6.1	Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и	устный опрос, тестирование, контрольные	15

	превращениях	практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; выполнение (КР) и подготовка к ее защите; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу.	работы, курсовая работа, письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ, защита лабораторных работ.	
--	--------------	---	--	--

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	общепрофессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
				ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4	
высокий		отлично/ зачтено (отлично)		Обучающийся: - отлично применяет теоретические основы физики при решении прикладных задач в области тепломассообменных процессов и оборудования; - эффективно использует знания теплофизических свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе; - успешно применяет основные законы тепломассообмена при расчете и проектировании теплотехнических установок в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе.	
повышенный		хорошо/ зачтено (хорошо)		Обучающийся: - применяет теоретические основы физики при решении прикладных	

				<p>задач в области теплообменных процессов и оборудования, но неправильно интерпретировать требования задачи и оценивать ее по неправильным критериям;</p> <p>- использует знания теплофизических свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе, но неправильно применяет методы и инструменты анализа или оценки, его результаты могут быть неверными или недостаточно обоснованными;</p> <p>- применяет основные законы теплообмена при расчете и проектировании теплотехнических установок в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе, но неправильно понимает или интерпретирует данные, статистику или графики, что может привести к неверным выводам или искаженной оценке.</p>	
базовый		удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)		<p>Обучающийся:</p> <p>- применяет теоретические основы физики при решении прикладных задач в области теплообменных процессов и оборудования, но недооценивает или переоценивает свои</p>	

				<p>собственные навыки и знания, это может отразиться на качестве его оценки;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использует знания теплофизических свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе, но не проводит достаточно времени на рефлексии над своей работой, самокритику и анализ своих ошибок, он может пропустить возможность улучшить свою оценку и прогрессировать; - применяет основные законы теплообмена при расчете и проектировании теплотехнических установок в области информационных систем и технологии в топливно-энергетическом комплексе, но может представить неверные факты, неправильную информацию или допустить существенные неточности, которые приводят к искажению или неверному пониманию темы или проблемы. 	
низкий		неудовлетворительно/ не зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – не способен проанализировать задачу; 		

- | | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> – не владеет принципами решения задач; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – допускает грубые ошибки при определении идеальных термодинамических циклов, не знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы; – не умеет определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа. |
|--|--|--|

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Тепломассообмен» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
1	- устный опрос по разделу «Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность»	Примерные вопросы к опросу <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое теплопередача и какие способы ее осуществления существуют? 2. Какие основные различия между стационарной и нестационарной теплопроводностью? 3. Каким образом формулируется уравнение теплопроводности для стационарного случая? 4. Какие граничные условия применяются при решении задач стационарной теплопроводности? 5. Как влияют свойства материала на процесс стационарной теплопроводности? 6. Каким образом определяется коэффициент теплопроводности материала? 7. Как учитывается изменение температуры в пространстве при стационарной теплопроводности? 8. Как влияет толщина материала на распределение температуры при стационарной теплопроводности? 9. Каким образом моделируется теплопроводность в сложных геометрических конфигурациях? 10. Как влияет теплоотдача на процесс стационарной теплопроводности? 11. Каким образом рассчитывается тепловой поток в задачах стационарной теплопроводности? 12. Как влияют изменение граничных условий на решение задач стационарной теплопроводности? 13. Каким образом учитывается теплообмен с окружающей средой при стационарной теплопроводности? 14. Как влияет изменение физических свойств материала на процесс стационарной теплопроводности? 	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<ol style="list-style-type: none"> 15. Что такое теплопередача и какие способы передачи теплоты существуют? 16. Каким образом происходит теплопроводность в стационарных условиях? 17. Какие факторы влияют на стационарную теплопроводность? 18. Каким образом рассчитывается тепловой поток в стационарной теплопроводности? 19. Как влияет геометрия и размеры объекта на стационарную теплопроводность? 20. Как учитывается изменение температуры в стационарной теплопроводности? 21. Как влияет материал объекта на его теплопроводность в стационарных условиях? 22. Каким образом определяется коэффициент теплопроводности материала? 23. Как влияет стационарная теплопроводность на распределение температуры в объекте? 24. Как учитывается теплопередача через границы объекта в стационарной теплопроводности? 25. Каким образом рассчитывается градиент температуры в стационарной теплопроводности? 26. Как влияет изменение граничных условий на решение стационарной теплопроводности? 27. Как учитывается теплопроводность в различных материалах при стационарной теплопроводности? 28. Как влияет изменение физических свойств материала на стационарную теплопроводность? 29. Каким образом моделируется теплопередача через различные слои материала в стационарной теплопроводности? 30. Как влияет теплопроводность на процессы теплообмена в пористых материалах в стационарной теплопроводности? 31. Как учитывается теплопроводность в системах с переменными физическими свойствами в стационарной теплопроводности? 32. Как влияет неоднородность материала на стационарную теплопроводность? 33. Каким образом определяется влияние стационарной теплопроводности на распределение теплового потока в системе? 34. Как учитывается изменение теплопроводности в зависимости от температуры в стационарной теплопроводности? 	
2	- устный опрос по разделу «Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена»	<p>Примерные вопросы к опросу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 2. Каким образом учитывается конвективный теплообмен в системе дифференциальных уравнений? 3. Какие переменные и параметры входят в систему дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 4. Каким образом формулируются граничные условия для системы дифференциальных уравнений конвективного типа? 5. Как влияют физические свойства материала на систему дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<ol style="list-style-type: none"> 6. Как учитывается изменение теплопроводности в системе дифференциальных уравнений конвективного типа? 7. Как влияет изменение коэффициента теплоотдачи на систему дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 8. Каким образом определяется влияние конвективного теплообмена на распределение температуры в системе? 9. Как учитывается тепловая емкость материала в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 10. Как влияют неоднородность среды на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 11. Как учитывается теплопередача в присутствии химических реакций в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 12. Как влияет изменение температуры на коэффициенты теплообмена в системе дифференциальных уравнений конвективного типа? 13. Каким образом учитывается конвективный теплообмен в многокомпонентных системах? 14. Как влияют переменные параметры на решение системы дифференциальных уравнений конвективного типа? 15. Как учитывается теплопроводность в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 16. Как влияет турбулентное течение на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 17. Каким образом учитывается изменение физических свойств при фазовых переходах в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 18. Как влияют различные геометрические формы на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 19. Как учитывается взаимодействие между различными поверхностями в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 20. Как влияет скорость потока на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 21. Каким образом учитывается плотность и вязкость материала в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 22. Как влияет изменение температуры окружающей среды на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 23. Как учитывается перенос массы и тепла при конвекции в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 24. Как влияет изменение плотности на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		25. Как учитывается радиационный теплообмен в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 26. Как влияет изменение размера объекта на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 27. Каким образом моделируется теплообмен при наличии плавления и затвердевания в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 28. Как влияет изменение плотности и вязкости на систему дифференциальных уравнений конвективного типа? 29. Как учитывается теплопередача в случае наличия движущихся границ в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена? 30. Как влияет изменение температурного градиента на систему дифференциальных уравнений конвективного типа?	
3	- устный опрос по разделу «Теплообмен излучением»	Примерные вопросы к опросу 1. Что представляет собой теплообмен излучением? 2. Каким образом происходит передача тепла при излучении? 3. Какие факторы влияют на интенсивность теплоизлучения? 4. Как учитывается закон Стефана-Больцмана в теплообмене излучением? 5. Каким образом определяется эмиссивность поверхности и как она влияет на теплообмен излучением? 6. Как влияет изменение температуры на интенсивность теплоизлучения? 7. Как влияет геометрия и размеры поверхности на теплообмен излучением? 8. Каким образом учитывается теплопроводность и конвекция при теплообмене излучением? 9. Как влияет изменение коэффициента поглощения на интенсивность теплоизлучения? 10. Каким образом моделируется теплообмен излучением в сложных геометрических конфигурациях? 11. Как влияет изменение формы и поверхностных свойств объекта на теплообмен излучением? 12. Как учитывается влияние зеркал и оптических систем на теплообмен излучением? 13. Как влияет изменение эмиссивности на теплообмен излучением? 14. Как влияет изменение температуры окружающей среды на теплообмен излучением? 15. Каким образом учитывается теплопередача через границы объекта при теплообмене излучением? 16. Как влияет наличие препятствий на теплообмен излучением? 17. Как учитывается тепловое излучение в системах с переменными физическими свойствами? 18. Как влияют свойства материала на его способность к теплоизлучению? 19. Как учитывается теплообмен излучением в системах с многокомпонентными средами? 20. Как влияет температурное распределение на теплообмен излучением?	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		21. Как учитывается поглощение и рассеяние излучения в системе теплообмена излучением? 22. Как влияет изменение угла падения излучения на теплообмен излучением?	
4	- тестирование по разделу «Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность»	1. Теплопроводность — это процесс переноса теплоты (обмен внутренней энергией): 1. От тела к телу. 2. Внутри тела. 3. В металлах и диэлектриках. 4. Структурными частицами вещества — молекулами, атомами, электронами в сплошной среде при наличии градиента температур. 2. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов? 1. В жидкостях 2. В металлах 3. В газах 4. В диэлектриках 3. Как передается теплота внутри твердого тела? 1. Теплопроводностью. 2. Конвекцией. 3. Совместно конвекцией и теплопроводностью. 4. Совместно теплопроводностью и излучением. 4. Укажите размерность коэффициента теплопроводности: 1. $\frac{Вт}{м^2 \cdot час \cdot К}$ 2. $\frac{Вт}{кг \cdot час \cdot К}$, 3. $\frac{Вт}{м \cdot К}$ 4. $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$. 5. Укажите математическое выражение общего вида температурного поля: 1. $t=f(x, c, \rho, \lambda, \tau)$ 2. $t=f(x, y, a, \tau)$ 3. $t=f(x, y, z, a)$ 4. $t=f(x, y, z, \tau)$ 6. Укажите закон Фурье:	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		1. $Q = \kappa H \Delta t$ 2. $q = \lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ 3. $\delta Q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dH d\tau$ 4. $Q = \alpha(t_c - t_{жс})H$	
5	- тестирование по разделу «Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена»	1. Что понимают под конвекцией теплоты? 1. Процесс переноса теплоты при перемещении объемов текучей среды из области с одной температурой в область с другой. 2. Молекулярный перенос теплоты в телах. 3. Обмен внутренней энергией между телами. 4. Процесс распространения теплоты в жидкости. 2. Укажите критерий Нуссельта: 1. $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{a}$ 2. $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$ 3. $Nu = \frac{\omega \cdot l}{\lambda}$ 4. $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\nu}$ 3. Укажите коэффициент объемного расширения для идеального газа: 1. $\beta = \frac{1}{\nu}$ 2. $\beta = \frac{1}{t}$ 3. $\beta = \frac{1}{\nu_2 - \nu_1}$ 4. $\beta = \frac{1}{T}$ 4. Что характеризует собой число Рейнольдса Re? 1. Гидродинамический режим движения жидкости. 2. Тепловое подобие. 3. Величину подъемной силы. 4. Тепловые характеристики потока.	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>5. Укажите основной закон конвективного теплообмена (закон Ньютона — Рихмана):</p> $1. Q = \kappa F(t_1 - t_2) \qquad 2. Q = \alpha F(t_1 - t_2)$ $3. Q = -\lambda \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) H \qquad 4. Q = \frac{\lambda}{\delta} F(\vartheta_1 - \vartheta_2)$ <p>6. В общем случае от чего зависит коэффициент теплоотдачи α?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\alpha = f(Q, t, H, \text{grad } t, P, v, S, i, \lambda)$. 2. $\alpha = f(t, H, \rho, v, S, i, C)$. 3. $\alpha = f(\text{grad } t, t, H, v, \lambda, C)$. 4. $\alpha = f(U, C, \rho, \lambda, l, \mu)$. 	
6	- тестирование по разделу «Теплообмен излучением»	<p>1. Какая форма теплообмена является преобладающей при высоких температурах?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теплопроводность. 2. Свободная конвекция. 3. Тепловое излучение. 4. Излучение, конвекция и теплопроводность однозначны. <p>2. Что представляет собой тепловое излучение?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Излучение, определяемое только температурой и оптическими свойствами излучающего тела. 2. Процесс распространения энергии путем электромагнитных волн. 3. Процесс распространения свободных электронов. 4. Инфракрасное излучение. <p>3. Укажите закон Планка:</p> $1. E_{0\lambda} = \frac{c_1 T}{c_2 \lambda^4} \cdot \qquad 2. E_0 = c_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \cdot$ $3. \lambda_{\max} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \cdot \qquad 4. E_{0\lambda} = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{l^{c_2 / \lambda T} - 1} \cdot$	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция																																																						
		<p>4. Что называется абсолютно черным телом?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тело, полностью поглощающее всю падающую на него лучистую энергию. 2. Тело, полностью пропускающее всю падающую на него лучистую энергию. 3. Все ответы верны. 4. Тело, полностью отражающее всю падающую на него лучистую энергию. <p>5. Каким законом устанавливается связь между T и λ_{\max}?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законом Стефана — Больцмана. 2. Законом смещения (Вина). 3. Законом Кирхгофа. 4. Все ответы неверны. <p>6. Что такое поток эффективного излучения тела?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Энергия собственного излучения. 2. Сумма потоков собственного и отраженного излучения. 3. Энергия отраженного излучения. 4. Все ответы неверны. 																																																							
7	- контрольная работа по теме «Стационарная и нестационарная теплопроводность»	<p>Вычислить потери теплоты от <i>материала</i> (взять из таблицы в соответствии с заданием по варианту) стенки имеющей следующие параметры: длина L, м, высота H, м, толщина δ, мм. Температуры на ее поверхностях соответствуют t_1, °С и t_2, °С. Коэффициент теплопроводности <i>материала</i> λ, Вт/(м·°С) принять из приложения 1 табл. П.1.6. Данные для расчета принять из табл. 1.1 а, б.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 1.1а</p> <table border="1" data-bbox="555 1054 1738 1166"> <tr> <td rowspan="2">Исходные данные</td> <td colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Материал</td> <td>Сосна вдоль волокон</td> <td>Кирпич силикатный</td> <td>Кирпич красный</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 1.1б</p> <table border="1" data-bbox="555 1198 1738 1339"> <tr> <td rowspan="2">Исходные данные</td> <td colspan="10">Вторая цифра номера по списку группы</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>L, м</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H, м</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>2,5</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>4,5</td> <td>5</td> <td>5,5</td> </tr> </table>	Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	Материал	Сосна вдоль волокон	Кирпич силикатный	Кирпич красный	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	L , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	H , м	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																								
	0	1	2																																																						
Материал	Сосна вдоль волокон	Кирпич силикатный	Кирпич красный																																																						
Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																															
L , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																															
H , м	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5																																															

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий											Формируемая компетенция																																																																																																										
		δ , мм	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280																																																																																																											
		t_1 , °C	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28																																																																																																											
		t_2 , °C	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15																																																																																																											
8	- контрольная работа по теме «Стационарная и нестационарная теплопроводность»	<p>По трубопроводу изготовленного из <i>материала №1</i>, диаметром d_1/d_2 мм перемещается среда в виде пара. Трубопровод покрыт слоем тепловой изоляции из <i>материала №2</i> с толщиной δ, мм. Температуры внутренней среды (пара) и внешней среды (воздуха) относительно данного трубопровода соответственно равны $t_{ж1}$, °C и $t_{ж2}$, °C. Для данного участка трубопровода принять следующие коэффициенты теплоотдачи: пар-стенка α_1, Вт/(м²·°C) и теплоизоляция-среда α_2, Вт/(м²·°C). Вычислить линейный коэффициент теплопередачи K_l, линейную плотность теплового q_l и температуру t_3, °C слоя в котором соприкасаются стенка трубопровода и теплоизоляционный материал. Данные для расчета принять из табл. 1.7 а, б.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 1.7а</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Материал №1</i></td> <td>Марка стали 08X16H13M2Б</td> <td>Марка стали 12X18H9T</td> <td>Марка стали 12X1MФ</td> </tr> <tr> <td><i>Материал №2</i></td> <td>Стеклянная вата</td> <td>Минеральная вата</td> <td>Базальтовая вата</td> </tr> <tr> <td>δ, мм</td> <td>125</td> <td>130</td> <td>135</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 1.7б</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="10">Вторая цифра номера по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>α_1, Вт/(м²·°C)</td> <td>1000</td> <td>1200</td> <td>1400</td> <td>1600</td> <td>1800</td> <td>2000</td> <td>2200</td> <td>2400</td> <td>2600</td> <td>2800</td> </tr> <tr> <td>α_2, Вт/(м²·°C)</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>34</td> <td>36</td> <td>38</td> <td>40</td> <td>42</td> <td>44</td> <td>46</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>d_1, мм</td> <td>220</td> <td>230</td> <td>240</td> <td>250</td> <td>260</td> <td>270</td> <td>280</td> <td>290</td> <td>300</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>d_2, мм</td> <td>230</td> <td>240</td> <td>250</td> <td>260</td> <td>270</td> <td>280</td> <td>290</td> <td>300</td> <td>310</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>$t_{ж1}$, °C</td> <td>310</td> <td>312</td> <td>313</td> <td>315</td> <td>316</td> <td>319</td> <td>320</td> <td>322</td> <td>324</td> <td>326</td> </tr> <tr> <td>$t_{ж2}$, °C</td> <td>32</td> <td>30</td> <td>28</td> <td>26</td> <td>24</td> <td>22</td> <td>20</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>											Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	<i>Материал №1</i>	Марка стали 08X16H13M2Б	Марка стали 12X18H9T	Марка стали 12X1MФ	<i>Материал №2</i>	Стеклянная вата	Минеральная вата	Базальтовая вата	δ , мм	125	130	135	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	α_1 , Вт/(м ² ·°C)	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	α_2 , Вт/(м ² ·°C)	20	22	34	36	38	40	42	44	46	48	d_1 , мм	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	d_2 , мм	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	$t_{ж1}$, °C	310	312	313	315	316	319	320	322	324	326	$t_{ж2}$, °C	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4
		Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																																																																																				
			0	1	2																																																																																																																		
		<i>Материал №1</i>	Марка стали 08X16H13M2Б	Марка стали 12X18H9T	Марка стали 12X1MФ																																																																																																																		
		<i>Материал №2</i>	Стеклянная вата	Минеральная вата	Базальтовая вата																																																																																																																		
		δ , мм	125	130	135																																																																																																																		
		Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																																																																																				
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																											
		α_1 , Вт/(м ² ·°C)	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800																																																																																																											
		α_2 , Вт/(м ² ·°C)	20	22	34	36	38	40	42	44	46	48																																																																																																											
d_1 , мм	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310																																																																																																													
d_2 , мм	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320																																																																																																													
$t_{ж1}$, °C	310	312	313	315	316	319	320	322	324	326																																																																																																													
$t_{ж2}$, °C	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14																																																																																																													
9	- контрольная работа по теме «Дифференциальные уравнения теплообмена и	<p>1. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности без внутренних источников тепла для цилиндрической стенки и его решение.</p> <p>2. Запишите расчетные формулы и единицы измерения следующих физических величин: линейная плотность теплового потока, линейные термические сопротивления теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности многослойной цилиндрической стенки, линейный коэффициент теплопередачи.</p>											ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4																																																																																																										

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
	основы теории подобия»	<p>3. Запишите выражение и схематически изобразите распределение температуры в однородной и многослойной цилиндрических стенках при заданных температурах поверхностей.</p> <p>4. Запишите выражение для линейной плотности теплового потока в случае многослойной цилиндрической стенки, состоящей из n однородных слоев, при заданных температурах ее поверхностей, а также в процессе теплопередачи.</p> <p>5. Дайте определение и запишите выражение для эквивалентного коэффициента теплопроводности многослойной цилиндрической стенки.</p> <p>6. В каком случае теплопередача в цилиндрической стенке может рассчитываться по формулам для плоской стенки? Каким образом в этом случае можно уменьшить ошибку при вычислении поверхности нагрева?</p> <p>7. Запишите выражение для определения температуры в плоскости соприкосновения произвольных слоев многослойной цилиндрической стенки.</p> <p>8. Дайте определение и запишите расчетную формулу для вычисления критического диаметра изоляции.</p> <p>9. Поясните, в каком случае тепловой поток через цилиндрическую стенку будет возрастать при наложении изоляции.</p> <p>10. В каких случаях увеличение теплового потока при наложении изоляции играет положительную роль?</p>	
10	- контрольная работа по теме «Теплообмен при свободной, вынужденной и смешанной конвекции»	<p>Задача 1. Определить, как изменится тепловой поток, передаваемый через плоскую стенку, если ее оребрить. Толщина стенки 5 мм, коэффициент теплопроводности материала стенки = 46,5 Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи с одной стороны стенки $1 = 290$ Вт/(м²·К), а температура жидкости 200 °С, с другой стороны $2 = 11,6$ Вт/(м²·К), а температура жидкости 20 °С. Коэффициент оребрения 10. Считать температуру по длине ребра постоянной.</p> <p>Задача 2. Один конец круглого стального стержня диаметром 20 мм и длиной $l = 300$ мм поддерживается при температуре $t_1 = 350$ °С. Определить температуру t_l на свободном конце стержня, если температура окружающей среды $t_{ж} = 30$ °С, а коэффициент теплоотдачи от поверхности стержня в окружающую среду = 20 Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности стали = 50 Вт/(м·К). Определить также передаваемый тепловой поток с поверхности стержня.</p> <p>Задача 3. Определить влияние материала, из которого сделано ребро, на величину коэффициента эффективности ребра. Если одно ребро постоянного поперечного сечения 2×6 мм, длиной 20 мм изготовлено из титана ($\lambda = 15$ Вт/(м·К)), а другое из меди ($\lambda = 384$ Вт/(м·К)). Условия теплообмена одинаковые, коэффициент теплоотдачи 100 Вт/(м²·К).</p> <p>Задача 4. Нагревательный прибор выполнен в виде вертикальной трубы с продольными стальными ребрами прямоугольного сечения. Высота трубы 1200 мм, наружный диаметр 60 мм, длина ребер 50 мм, их толщина 3 мм, число ребер 20. Температура у основания ребра 80 °С. Температура окружающего воздуха 18 °С. Коэффициент теплоотдачи от ребер и внешней поверхности трубы к</p>	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция																																																										
		<p>воздуху = 9,3 Вт/(м² К), ст = 55,7 Вт/(м·К). Вычислить тепловой поток, передаваемый ребристой стенкой в окружающую среду.</p> <p>Задача 5. Холодильная камера высотой 1 м, размер боковых стенок 0,8 м (в плане камера квадратная) оребрена вертикальными алюминиевыми ребрами длиной 40 мм, толщиной 3 мм. Каждая стенка имеет по 40 ребер. Температура у основания ребра 40 °С, температура окружающей среды 20 °С, коэффициент теплопроводности алюминия 202 Вт/(м·К), а коэффициент теплоотдачи от ребристой поверхности 8 Вт/(м² К). Определить тепловой поток, передаваемый всеми четырьмя боковыми стенками камеры в окружающую среду. Вычислить тепловой поток, передаваемый стенками камеры, если ее стенки не будут оребрены.</p>																																																											
11	- контрольная работа по теме «Теплообмен при свободной, вынуженной и смешанной конвекции»	<p>Рассчитать для бумагоделательного аппарата панель верхнего колпачка, который имеет продольное обтекание поверхности воздухом, при его габаритах: длина l_0, м, а ширина b, м. Температура набегающего потока и его скорость соответственно равны t_0, °С и w_0, м/с. Температуру на поверхности колпачка бумагоделательного аппарата принять t_c, °С.</p> <p>Найти коэффициент теплоотдачи и средний по длине панели колпачка коэффициент теплоотдачи, а также установить отдаваемое количество тепла им к воздуху. Рассчитать толщину гидродинамического пограничного слоя, а также значения для местных коэффициентов теплоотдачи при разных расстояниях от исходной точки измерения кромки колпачка:</p> $x = (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,7; 0,9; 1,0) \cdot l_0$ <p>Изобразить толщину гидродинамического пограничного слоя $\delta_{сл}$, а также коэффициента теплоотдачи от исходной точки измерения в виде графической зависимости x/l_0. Данные для расчета принять из табл. 2.4 а, б.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 2.4а</p> <table border="1" data-bbox="555 999 1736 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Жидкость</td> <td>Масло МС-20</td> <td>Вода на линии насыщения</td> <td>Водяной пар на линии насыщения</td> </tr> <tr> <td>d, мм</td> <td>60</td> <td>55</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 2.4б</p> <table border="1" data-bbox="555 1214 1736 1351"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="10">Вторая цифра номера по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>l, м</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>4,5</td> <td>5</td> <td>5,5</td> <td>6</td> <td>6,5</td> <td>7</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>w, м/с</td> <td>0,70</td> <td>0,72</td> <td>0,74</td> <td>0,76</td> <td>0,78</td> <td>0,80</td> <td>0,82</td> <td>0,84</td> <td>0,86</td> <td>0,88</td> </tr> </tbody> </table>	Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	Жидкость	Масло МС-20	Вода на линии насыщения	Водяной пар на линии насыщения	d , мм	60	55	50	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	l , м	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	w , м/с	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																												
	0	1	2																																																										
Жидкость	Масло МС-20	Вода на линии насыщения	Водяной пар на линии насыщения																																																										
d , мм	60	55	50																																																										
Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																			
l , м	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5																																																			
w , м/с	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88																																																			

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий											Формируемая компетенция																																																																				
		$t_{ж}, ^\circ\text{C}$	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100																																																																					
		$t_{с}, ^\circ\text{C}$	73	79	84	87	94	96	99	111	124	136																																																																					
12	- контрольная работа по разделу «Теплообмен излучением»	<p>Горизонтальный трубопровод покрытая изоляцией с шероховатой известковой штукатуркой диаметром d, мм, находится в помещении с температурой $t_{н}$, $^\circ\text{C}$. Температура поверхности штукатурки равна $t_{с}$, $^\circ\text{C}$. Требуется найти полные потери теплоты на участке трубы длиной l, м. Данные для расчета принять из табл. 3.2 а, б.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 3.2а</p> <table border="1" data-bbox="555 499 1733 647"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Среда</i></td> <td>Дымовые газы</td> <td>Сухой воздух</td> <td>Дымовые газы</td> </tr> <tr> <td><i>d</i>, мм</td> <td>115</td> <td>127</td> <td>140</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 3.2б</p> <table border="1" data-bbox="555 679 1733 858"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="9">Вторая цифра номера по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>l</i>, м</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>$t_{н}$, $^\circ\text{C}$</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>$t_{с}$, $^\circ\text{C}$</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>45</td> <td>50</td> <td>55</td> <td>65</td> <td>45</td> <td>48</td> <td>50</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table>											Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	<i>Среда</i>	Дымовые газы	Сухой воздух	Дымовые газы	<i>d</i> , мм	115	127	140	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы									0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>l</i> , м	8	9	10	11	12	13	14	9	10	11	$t_{н}$, $^\circ\text{C}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	$t_{с}$, $^\circ\text{C}$	35	40	45	50	55	65	45	48	50	52	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4
Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																																																
	0	1	2																																																																														
<i>Среда</i>	Дымовые газы	Сухой воздух	Дымовые газы																																																																														
<i>d</i> , мм	115	127	140																																																																														
Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																																																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																							
<i>l</i> , м	8	9	10	11	12	13	14	9	10	11																																																																							
$t_{н}$, $^\circ\text{C}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																																																																							
$t_{с}$, $^\circ\text{C}$	35	40	45	50	55	65	45	48	50	52																																																																							
13	- лабораторная работа по теме «Стационарная и нестационарная теплопроводность»	<p>Лабораторная работа «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем сущность метода трубы для определения теплопроводности? 2. Напишите уравнение Фурье. Поясните физический смысл входящих в него величин. 3. Дайте определение коэффициента теплопроводности. 4. Приведите вывод расчетного уравнения (1.4). 5. Если зависимость $\lambda(t)$ нелинейна, будет ли справедлива система уравнений (1.4) - (1.5), либо каждое из указанных уравнений в отдельности? <p>Проанализируйте возможные систематические погрешности определения λ.</p>											ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4																																																																				
14	- лабораторная работа по теме «Теплообмен при свободной, вынужденной и смешанной»	<p>Лабораторная работа «Определение среднего коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободном движении воздуха»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется свободной конвекцией? 2. Какие режимы движения жидкости Вы знаете? 3. Запишите формулу Ньютона – Рихмана. 4. Какими критериями определяется режим течения при свободном движении? 5. Как изменяется коэффициент теплоотдачи по периметру нагретой трубы при свободном 											ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4																																																																				

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
	конвекции»	движений? Что называется коэффициентом теплоотдачи? Дайте объяснение его физического смысла?	
15	- реферат по разделу «Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена»	<p>Перечень тем рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вывод и анализ системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 2. Методы численного решения системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 3. Анализ устойчивости численных методов при решении системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 4. Влияние различных граничных условий на решение системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 5. Исследование переноса тепла в системе с учетом конвективного теплообмена. 6. Расчет теплового режима при конвективном теплообмене в трехмерной постановке. 7. Моделирование течения и теплообмена в системе дифференциальных уравнений конвективного типа. 8. Определение коэффициента теплоотдачи в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 9. Анализ влияния параметров флюида на конвективный теплообмен в системе дифференциальных уравнений. 10. Оптимизация параметров системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 11. Расчет эффективности теплообмена при различных режимах конвекции. 12. Моделирование конвективного теплообмена в присутствии переменных физических свойств. 13. Разработка аналитических методов решения системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 14. Исследование влияния конвекции на процессы теплопередачи в многокомпонентных системах. 15. Анализ взаимодействия конвективного и радиационного теплообмена в системе дифференциальных уравнений. 16. Расчет теплового потока в системе дифференциальных уравнений конвективного типа с использованием численных методов. 17. Оценка влияния теплоотдачи на скорость изменения температуры в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>18. Исследование нестационарного конвективного теплообмена в системе дифференциальных уравнений.</p> <p>19. Анализ устойчивости и точности численных методов для решения системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.</p> <p>20. Определение коэффициента теплопередачи в системе дифференциальных уравнений конвективного типа с учетом турбулентного течения.</p> <p>21. Моделирование конвективного теплообмена в сложных геометрических конфигурациях.</p> <p>22. Разработка приближенных методов решения системы дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.</p> <p>23. Анализ влияния теплоотдачи на температурные градиенты в системе дифференциальных уравнений конвективного типа.</p> <p>24. Исследование теплопередачи в системе с учетом турбулентного течения и изменения физических свойств.</p> <p>25. Расчет эффективности конвективного теплообмена в присутствии химических реакций.</p> <p>26. Моделирование конвективного теплообмена в системе дифференциальных уравнений с учетом тепловых и массопереносных процессов.</p> <p>27. Определение коэффициента теплового сопротивления в системе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.</p> <p>28. Анализ влияния переменных параметров на эффективность конвективного теплообмена в системе дифференциальных уравнений.</p> <p>29. Расчет теплового режима в системе с учетом конвективной теплопроводности и конвективного теплообмена.</p> <p>30. Моделирование конвективного теплообмена в системе с неоднородными и неизотермическими условиями.</p> <p>31. Анализ взаимодействия конвекции и турбулентности в системе дифференциальных уравнений конвективного типа.</p> <p>32. Расчет эффективности конвективного теплообмена в системе с наличием фазовых переходов.</p> <p>33. Исследование влияния конвекции на процессы теплопередачи в пористых материалах.</p> <p>34. Определение влияния конвективного теплообмена на скорость изменения</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>концентрации в системе дифференциальных уравнений.</p> <p>35. Моделирование конвективного теплообмена в системе с нелинейными граничными условия</p>	
16	<p>- ИДЗ по разделу «Способы передачи теплоты. Стационарная и нестационарная теплопроводность»</p>	<p>Изоляция плоской стенки</p> <p>Вопросы по ИДЗ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой изоляция плоской стенки и какова ее цель? 2. Какие материалы могут использоваться в качестве изоляции плоской стенки? 3. Каким образом выбирается подходящий материал для изоляции плоской стенки? 4. Какие физические свойства материала влияют на его эффективность в качестве изоляции? 5. Как происходит теплопередача через изолированную плоскую стенку? 6. Каким образом теплопроводность материала влияет на эффективность изоляции? 7. Какие методы измерения теплопроводности материала используются при оценке его эффективности в качестве изоляции? 8. Каким образом толщина изоляционного слоя влияет на теплопередачу через стенку? 9. Как влияет наличие воздушных прослоек на эффективность изоляции плоской стенки? 10. Как учитывается тепловая емкость материала при оценке его изоляционных свойств? 11. Как влияют температурные градиенты на эффективность изоляции плоской стенки? 12. Каким образом влажность окружающей среды влияет на изоляцию плоской стенки? 13. Каким образом учитывается тепловое излучение при оценке эффективности изоляции? 14. Как влияет наличие конвекции на теплопередачу через изолированную плоскую стенку? 15. Какие методы и техники применяются для улучшения изоляции плоской стенки? 16. Каким образом учитывается взаимодействие с окружающей средой при оценке эффективности изоляции? 17. Как влияют механические свойства материала на его способность служить изоляцией? 18. Каким образом происходит теплопередача через многослойную изоляционную систему? 19. Как учитывается возможное образование конденсата при оценке эффективности изоляции? 20. Как влияет уровень шума на эффективность изоляции плоской стенки? 21. Каким образом происходит оценка долговечности и стойкости материала в качестве изоляции? 22. Как влияет наличие тепловых мостов на эффективность изоляции плоской стенки? 23. Каким образом происходит применение изоляции плоской стенки в различных отраслях и областях? 24. Как влияет геометрия стенки на эффективность изоляции? 25. Каким образом происходит оценка стоимости и экономической эффективности использования изоляции плоской стенки? 26. Как влияют условия эксплуатации на эффективность изоляции плоской стенки? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		27. Каким образом происходит монтаж и установка изоляции плоской стенки? 28. Как влияет возможность восстановления изоляции на ее эффективность и срок службы? 29. Каким образом учитывается воздействие на окружающую среду при оценке использования изоляции плоской стенки? Как влияет температурный режим на эффективность изоляции плоской стенки?	
17	- ИДЗ по разделу «Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена»	Изоляция цилиндрической стенки Вопросы по ИДЗ <ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой изоляция цилиндрической стенки и какова ее цель? 2. Какие материалы могут использоваться в качестве изоляции цилиндрической стенки? 3. Каким образом выбирается подходящий материал для изоляции цилиндрической стенки? 4. Какие физические свойства материала влияют на его эффективность в качестве изоляции? 5. Как происходит теплопередача через изолированную цилиндрическую стенку? 6. Каким образом теплопроводность материала влияет на эффективность изоляции? 7. Какие методы измерения теплопроводности материала используются при оценке его эффективности в качестве изоляции? 8. Каким образом толщина изоляционного слоя влияет на теплопередачу через стенку? 9. Как влияет наличие воздушных прослоек на эффективность изоляции цилиндрической стенки? 10. Как учитывается тепловая емкость материала при оценке его изоляционных свойств? 11. Как влияют температурные градиенты на эффективность изоляции цилиндрической стенки? 12. Каким образом влажность окружающей среды влияет на изоляцию цилиндрической стенки? 13. Каким образом учитывается тепловое излучение при оценке эффективности изоляции? 14. Как влияет наличие конвекции на теплопередачу через изолированную цилиндрическую стенку? 15. Какие методы и техники применяются для улучшения изоляции цилиндрической стенки? 16. Каким образом учитывается взаимодействие с окружающей средой при оценке эффективности изоляции? 17. Как влияют механические свойства материала на его способность служить изоляцией? 18. Каким образом происходит теплопередача через многослойную изоляционную систему цилиндрической стенки? 19. Как учитывается возможное образование конденсата при оценке эффективности изоляции? 20. Как влияет уровень шума на эффективность изоляции цилиндрической стенки? 21. Каким образом происходит оценка долговечности и стойкости материала в качестве изоляции цилиндрической стенки? 22. Как влияет наличие тепловых мостов на эффективность изоляции цилиндрической стенки? 23. Каким образом происходит применение изоляции цилиндрической стенки в различных 	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>отраслях и областях?</p> <p>24. Как влияет геометрия стенки на эффективность изоляции цилиндрической стенки?</p> <p>25. Каким образом происходит оценка стоимости и экономической эффективности использования изоляции цилиндрической стенки?</p> <p>26. Как влияют условия эксплуатации на эффективность изоляции цилиндрической стенки?</p> <p>27. Каким образом происходит монтаж и установка изоляции цилиндрической стенки?</p> <p>28. Как влияет возможность восстановления изоляции на ее эффективность и срок службы цилиндрической стенки?</p> <p>29. Каким образом учитывается воздействие на окружающую среду при оценке использования изоляции цилиндрической стенки?</p> <p>Как влияет температурный режим на эффективность изоляции цилиндрической стенки?</p>	
18	- ИДЗ по разделу «Теплообмен излучением»	<p>Нестационарная теплопроводность ограниченного цилиндра</p> <p>Вопросы по ИДЗ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом описывается нестационарная теплопроводность ограниченного цилиндра? 2. Какие факторы влияют на нестационарную теплопроводность ограниченного цилиндра? 3. Каковы основные уравнения и граничные условия, используемые для моделирования нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра? 4. Каким образом теплопроводность материала и его теплоемкость влияют на процесс нестационарной теплопроводности? 5. Как происходит распределение температуры в ограниченном цилиндре в процессе нестационарной теплопроводности? 6. Как влияет начальное и граничное условия на нестационарную теплопроводность ограниченного цилиндра? 7. Каким образом изменение внешних условий влияет на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра? 8. Каким образом можно решить уравнения нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра численными методами? 9. Какие методы аппроксимации и дискретизации применяются при численном решении задачи нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра? 10. Как влияет размер и форма ограниченного цилиндра на процесс нестационарной теплопроводности? 11. Каким образом можно учесть проницаемость и плотность материала ограниченного цилиндра в расчетах нестационарной теплопроводности? 12. Каким образом происходит тепловой обмен между ограниченным цилиндром и окружающей средой в процессе нестационарной теплопроводности? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>13. Как влияет тепловая инерция материала ограниченного цилиндра на процесс нестационарной теплопроводности?</p> <p>14. Каким образом учитывается возможное образование конденсата или испарения в процессе нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>15. Как влияет уровень шума и вибрации на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>16. Каким образом учитывается неоднородность и анизотропия материала ограниченного цилиндра при моделировании нестационарной теплопроводности?</p> <p>17. Как влияет тепловое излучение на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>18. Каким образом происходит учет тепловых потерь при моделировании нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>19. Как влияют параметры охлаждающей среды на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>20. Как учитывается воздействие окружающей среды на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>21. Как влияет наличие и характеристики тепловых источников на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>22. Каким образом учитывается влияние температурных градиентов на эффективность нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>23. Как влияют параметры охлаждения на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>24. Как учитывается уровень влажности в расчетах нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>25. Каким образом учитывается проницаемость материала ограниченного цилиндра при моделировании нестационарной теплопроводности?</p> <p>26. Как влияет время на процесс нестационарной теплопроводности ограниченного цилиндра?</p> <p>27. Каким образом учитывается влияние окружающей среды на тепловой баланс ограниченного цилиндра при нестационарной теплопроводности?</p> <p>28. Как влияет геометрия ограниченного цилиндра на процесс нестационарной теплопроводности?</p> <p>29. Каким образом происходит оптимизация изоляции ограниченного цилиндра в контексте нестационарной теплопроводности?</p> <p>Как влияет неоднородность и анизотропия ограниченного цилиндра на процесс нестационарной теплопроводности?</p>	
19	- ИДЗ по разделу «Теплообмен»	Излучение объединенное	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
	излучением»	<p>Вопросы по ИДЗ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое объединенное излучение и как оно отличается от других способов теплообмена? 2. Каким образом описывается объединенное излучение в рамках тепломассообмена? 3. Какие факторы влияют на интенсивность объединенного излучения? 4. Каковы основные уравнения и модели, используемые для анализа объединенного излучения? 5. Как влияет температура поверхности на объединенное излучение? 6. Каким образом происходит перенос энергии при объединенном излучении? 7. Какие физические явления связаны с объединенным излучением? 8. Как влияет геометрия поверхностей на объединенное излучение? 9. Каким образом оцениваются коэффициенты излучения при объединенном излучении? 10. Как влияют оптические свойства материала на интенсивность объединенного излучения? 11. Каким образом моделируется взаимодействие между объединенным излучением и другими видами теплообмена? 12. Как влияют размеры поверхностей на объединенное излучение? 13. Каким образом учитывается спектральная зависимость объединенного излучения? 14. Как влияет состав среды на объединенное излучение? 15. Каким образом происходит учет абсорбции и рассеяния при моделировании объединенного излучения? 16. Как влияет эмиссивность поверхностей на интенсивность объединенного излучения? 17. Каким образом учитывается геометрическое распределение поверхностей при анализе объединенного излучения? 18. Как влияют температурные градиенты на объединенное излучение? 19. Каким образом учитывается взаимодействие между различными поверхностями при объединенном излучении? 20. Как влияет ориентация поверхностей на интенсивность объединенного излучения? 21. Каким образом оцениваются тепловые потоки при объединенном излучении? 22. Как влияют оптические свойства окружающей среды на объединенное излучение? 23. Каким образом происходит учет теплоотражения при моделировании объединенного излучения? 24. Как влияет поглощение излучения на тепловые потоки при объединенном излучении? 25. Каким образом учитывается геометрия и конфигурация системы при анализе объединенного излучения? 26. Как влияет эффект стекла на объединенное излучение? 27. Каким образом происходит учет теплоизлучения при моделировании объединенного излучения? 28. Как влияет температурное поле на интенсивность объединенного излучения? 	<p>ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>29. Каким образом происходит перенос тепла при взаимодействии объединенного излучения с другими процессами? Как влияют оптические свойства поверхностей на интенсивность объединенного излучения?</p>	
20	- устный опрос по разделу «Теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей»	<p>Примерные вопросы к опросу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом происходит теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей? 2. Как влияет изменение фазы на теплообменный процесс однокомпонентных теплоносителей? 3. Какие основные физические явления связаны с теплообменом при изменении агрегатного состояния? 4. Каким образом происходит поглощение и выделение тепла при фазовых переходах? 5. Как влияет давление на теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей? 6. Каким образом происходит испарение и конденсация в процессе теплообмена? 7. Как влияет температура на теплообмен при изменении агрегатного состояния теплоносителей? 8. Каким образом учитывается изменение объема при фазовых переходах в расчетах теплообмена? 9. Как влияет скорость изменения агрегатного состояния на теплообменный процесс? 10. Каким образом моделируются тепловые потоки при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей? 11. Как влияет поверхностное натяжение на теплообмен при фазовых переходах? 12. Каким образом происходит учет вязкости и кондуктивности при расчете теплообмена при изменении агрегатного состояния? 13. Как влияют геометрия и конфигурация системы на теплообмен при фазовых переходах? 14. Каким образом учитывается взаимодействие с окружающей средой при теплообмене при изменении агрегатного состояния? 15. Как влияет наличие примесей на теплообмен при фазовых переходах однокомпонентных теплоносителей? 16. Каким образом оцениваются тепловые потоки при изменении агрегатного состояния теплоносителей? 17. Как влияет теплоемкость на процесс теплообмена при фазовых переходах? 18. Каким образом происходит учет теплоотражения и теплоизлучения при расчете теплообмена при изменении агрегатного состояния? 19. Как влияет размер частиц на теплообмен при конденсации и испарении? 20. Каким образом учитывается перенос массы в процессе теплообмена при изменении агрегатного состояния? 21. Как влияет плотность паров на теплообмен при фазовых переходах однокомпонентных теплоносителей? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>22. Каким образом описывается фазовый переход в математических моделях теплообмена при изменении агрегатного состояния?</p> <p>23. Как влияет поверхностная активность на теплообмен при фазовых переходах?</p> <p>24. Каким образом происходит учет конвективного теплообмена при изменении агрегатного состояния?</p> <p>25. Как влияет структура поверхности на теплообмен при фазовых переходах однокомпонентных теплоносителей?</p> <p>26. Каким образом оцениваются коэффициенты теплоотдачи и теплопоглощения при фазовых переходах?</p> <p>27. Как влияет плотность жидкости на теплообмен при изменении агрегатного состояния?</p> <p>28. Каким образом происходит учет теплоотвода и теплообмена с теплопроводностью при расчете теплообмена при фазовых переходах?</p> <p>29. Как влияет ускорение и затормаживание процесса фазового перехода на теплообмен однокомпонентных теплоносителей?</p> <p>30. Каким образом происходит учет теплопередачи через поверхности при фазовых переходах?</p> <p>31. Каковы необходимые и достаточные условия кипения и конденсации?</p> <p>32. Как влияет изменение температурного напора на коэффициент теплоотдачи при кипении и конденсации?</p> <p>33. Оцените по порядку величины толщину пленки конденсата на вертикальной поверхности.</p> <p>34. Как определить положение границы между пузырьковым и переходным к пленочному режиму кипения?</p> <p>35. Каковы предельные случаи при кипении движущейся жидкости?</p> <p>Влияет ли ориентация поверхности теплообмена в пространстве на величину α при пузырьковом кипении и пленочной конденсации?</p>	
21	- устный опрос по разделу «Расчет теплообменных аппаратов»	<p>Примерные вопросы к опросу</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом производится расчет эффективности теплообменных аппаратов? 2. Как влияют параметры рабочей среды на расчет теплообменных аппаратов? 3. Каким образом учитывается гидродинамическое сопротивление при расчете теплообменных аппаратов? 4. Как влияет выбор материала на расчет и проектирование теплообменных аппаратов? 5. Каким образом происходит расчет теплопередачи через стенки теплообменных аппаратов? 6. Как влияют геометрические параметры на эффективность теплообменных аппаратов? 7. Каким образом определяются гидравлические и тепловые потери в теплообменных аппаратах? 8. Как влияет тепловой режим на выбор и расчет теплообменных аппаратов? 9. Каким образом происходит расчет сопротивления теплопередаче в различных типах теплообменных аппаратов? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2</p> <p>ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		10. Как влияет режим работы на проектирование и расчет теплообменных аппаратов? 11. Каким образом учитывается проскальзывание и механические потери в теплообменных аппаратах? 12. Как влияет выбор метода расчета на точность оценки эффективности теплообменных аппаратов? 13. Каким образом происходит расчет пограничного слоя при теплообмене? 14. Как влияет турбулентность потока на эффективность теплообменных аппаратов? 15. Каким образом учитывается конденсация и испарение в расчете теплообменных аппаратов? 16. Как влияют фазовые переходы на проектирование и расчет теплообменных аппаратов? 17. Каким образом определяется эффективная поверхность теплообмена в аппаратах с пленочным теплообменом? 18. Как влияет выбор теплоносителя на расчет и проектирование теплообменных аппаратов? 19. Каким образом оптимизируется геометрия теплообменных аппаратов для достижения максимальной эффективности? 20. Как влияет теплопроводность материала на эффективность теплообменных аппаратов? 21. Каким образом происходит расчет и выбор герметичности теплообменных аппаратов? 22. Как влияют термодинамические свойства на расчет и проектирование теплообменных аппаратов? 23. Каким образом определяется оптимальная площадь поверхности теплообмена в аппаратах? 24. Как влияет выбор типа теплообменного аппарата на его эффективность? 25. Каким образом учитывается тепловое излучение при расчете теплообменных аппаратов? 26. Как влияет размещение теплообменных аппаратов на их эффективность и производительность? 27. Каким образом происходит расчет потерь давления в теплообменных аппаратах? 28. Как влияет выбор способа подачи теплоносителя на проектирование и расчет теплообменных аппаратов? 29. Каким образом определяется оптимальное распределение теплообменной поверхности в аппаратах? Как влияет масштабирование теплообменных аппаратов на их производительность и эффективность?	
22	- устный опрос по разделу «Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях»	Примерные вопросы к опросу 1. Каким образом происходит тепломассообмен в двухфазных средах? 2. Как влияет химическое превращение на процесс тепломассообмена? 3. Какие физические явления связаны с тепломассообменом в двухфазных средах? 4. Каким образом происходит поглощение и выделение тепла в процессе тепломассообмена? 5. Как влияет фазовый состав на тепломассообмен в двухфазных средах? 6. Каким образом учитывается изменение объема при фазовых переходах в расчетах	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>теплообмена?</p> <p>7. Как влияет давление на теплообмен в двухфазных средах?</p> <p>8. Каким образом происходит испарение и конденсация в процессе теплообмена?</p> <p>9. Как влияет температура на теплообмен в двухфазных средах?</p> <p>10. Каким образом учитывается изменение концентрации вещества при химических превращениях в теплообменных расчетах?</p> <p>11. Как влияет скорость изменения фазового состава на теплообмен в двухфазных средах?</p> <p>12. Каким образом моделируются тепловые потоки при теплообмене в двухфазных средах?</p> <p>13. Как влияет поверхностное натяжение на теплообмен при фазовых переходах?</p> <p>14. Каким образом учитывается взаимодействие с окружающей средой при теплообмене в двухфазных средах?</p> <p>15. Как влияет наличие примесей на теплообмен при фазовых переходах?</p> <p>16. Каким образом оцениваются тепловые потоки при теплообмене в двухфазных средах?</p> <p>17. Как влияет теплоемкость на процесс теплообмена в двухфазных средах?</p> <p>18. Каким образом происходит учет теплоотражения и теплоизлучения при расчете теплообмена в двухфазных средах?</p> <p>19. Как влияет размер частиц на теплообмен при конденсации и испарении?</p> <p>20. Каким образом учитывается перенос массы в процессе теплообмена в двухфазных средах?</p> <p>21. Как влияет плотность паров на теплообмен при фазовых переходах в двухфазных средах?</p> <p>22. Каким образом описывается фазовый переход в математических моделях теплообмена?</p> <p>23. Как влияет поверхностная активность на теплообмен при фазовых переходах?</p> <p>24. Каким образом происходит учет конвективного теплообмена в двухфазных средах?</p> <p>25. Как влияет структура поверхности на теплообмен при фазовых переходах в двухфазных средах?</p> <p>26. Каким образом оцениваются коэффициенты теплоотдачи и теплопоглощения при фазовых переходах в двухфазных средах?</p> <p>27. Как влияет плотность жидкости на теплообмен при изменении фазового состава в двухфазных средах?</p> <p>28. Каким образом происходит учет теплоотвода и теплообмена с теплопроводностью при расчете теплообмена?</p> <p>29. Как влияет ускорение и затормаживание процесса фазового перехода на теплообмен в двухфазных средах?</p> <p>30. Каким образом происходит учет теплопередачи через поверхности при фазовых переходах в двухфазных средах?</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция												
		31. Описание процессов коагуляции и дробления капель в двухфазных струях? 32. Описание процессов конденсации и испарения в двухфазных струях? 33. Осредненные уравнения баланса массы, количества движения и энергии фаз? 34. Замыкание системы осредненных уравнений. Граничные условия? Влияние конвективного теплообмена на параметры двухфазной струи?													
23	- тестирование по разделу «Теплообмен при изменении агрегатного состояния однокомпонентных теплоносителей»	<p style="text-align: center;"><i>Вариант №1</i></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Вопросы</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Ответы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 1 Указать математическое выражение 1-мерного нестационарного температурного поля! </td> <td style="vertical-align: top;"> А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 2 Каким способом передается теплота в ламинарном пограничном слое? </td> <td style="vertical-align: top;"> А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В) </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 3 Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана? </td> <td style="vertical-align: top;"> А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ В) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 4 Чему равна приведенная степень черноты системы, состоящей из 2-х параллельных поверхностей, если их степени черноты: $\varepsilon_1 = 0,5; \varepsilon_2 = 0,25$? </td> <td style="vertical-align: top;"> А) 0,25 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 5 Каково направление градиента температуры? </td> <td style="vertical-align: top;"> А) По нормали в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону падения температуры В) По касательной в сторону возрастания </td> </tr> </tbody> </table>	Вопросы	Ответы	1 Указать математическое выражение 1-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$	2 Каким способом передается теплота в ламинарном пограничном слое?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)	3 Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ В) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$	4 Чему равна приведенная степень черноты системы, состоящей из 2-х параллельных поверхностей, если их степени черноты: $\varepsilon_1 = 0,5; \varepsilon_2 = 0,25$?	А) 0,25 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5	5 Каково направление градиента температуры?	А) По нормали в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону падения температуры В) По касательной в сторону возрастания	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4
Вопросы	Ответы														
1 Указать математическое выражение 1-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$														
2 Каким способом передается теплота в ламинарном пограничном слое?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)														
3 Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ В) $q = -\lambda \left(\frac{dt}{dn} \right)$ Г) $q = \alpha(t_1 - t_2)$														
4 Чему равна приведенная степень черноты системы, состоящей из 2-х параллельных поверхностей, если их степени черноты: $\varepsilon_1 = 0,5; \varepsilon_2 = 0,25$?	А) 0,25 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5														
5 Каково направление градиента температуры?	А) По нормали в сторону возрастания температуры Б) По нормали в сторону падения температуры В) По касательной в сторону возрастания														

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция												
		температуры Г) По касательной в сторону падения температуры													
24	- тестирование по разделу «Расчет теплообменных аппаратов»	<table border="0"> <thead> <tr> <th data-bbox="577 331 1153 357" style="text-align: center;">Вопросы</th> <th data-bbox="1153 331 1742 357" style="text-align: center;">Ответы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="577 357 1153 507"> 1 Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$? </td> <td data-bbox="1153 357 1742 507"> А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="577 507 1153 730"> 2 Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля! </td> <td data-bbox="1153 507 1742 730"> А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$ </td> </tr> <tr> <td data-bbox="577 730 1153 880"> 3 Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя? </td> <td data-bbox="1153 730 1742 880"> А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В) </td> </tr> <tr> <td data-bbox="577 880 1153 1104"> 4 Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями? </td> <td data-bbox="1153 880 1742 1104"> А) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\bar{o}} / \Delta t_m)$ Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$ В) $(\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_m) / 2$ Г) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / 2$ </td> </tr> <tr> <td data-bbox="577 1104 1153 1327"> 5 Указать математическое выражение 3-мерного стационарного температурного поля! </td> <td data-bbox="1153 1104 1742 1327"> А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$ </td> </tr> </tbody> </table>	Вопросы	Ответы	1 Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$?	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5	2 Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$	3 Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)	4 Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями?	А) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\bar{o}} / \Delta t_m)$ Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$ В) $(\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_m) / 2$ Г) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / 2$	5 Указать математическое выражение 3-мерного стационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4
Вопросы	Ответы														
1 Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$?	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5														
2 Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$														
3 Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)														
4 Что такое средне-логарифмическая разность температур между теплоносителями?	А) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_{\bar{o}} / \Delta t_m)$ Б) $(t_1' - t_1'') / (t_2'' - t_2')$ В) $(\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_m) / 2$ Г) $(\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m) / 2$														
5 Указать математическое выражение 3-мерного стационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$														

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
25	- тестирование по разделу «Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях»	<p>1. Теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через цилиндрическую стенку длиной $L = 0,5$ м. Определить удельный линейный тепловой поток q_ℓ в Вт/м, если:</p> <p>$\alpha_1 = 500$ Вт/(м²К); $\alpha_2 = 50$ Вт/(м²К); $d_1 / d_2 = 0,2/0,21$ м; $\lambda = 10$ Вт/(мК); $\Delta t = 8$ К.</p> <p>А) 0,108 Б) 9,26 В) 116 Г) 233</p> <p>2. Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную плоскую стенку!</p> <p>А) $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ Б) $\frac{\delta}{\lambda}$ В) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ Г) $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$</p> <p>3. Каким способом отдается теплота от отопительного устройства окружающему воздуху? А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)</p> <p>4. Выделить уравнение теплового баланса теплообменного аппарата!</p>	ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция																																																																	
		<p>А) $Q = kF \Delta t_{cp}$</p> <p>Б) $Q = \varepsilon F c_0 \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{жс}}{100} \right)^4 \right]$</p> <p>В) $Q = m_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = m_2 c_{p2} (t_2'' - t_2')$</p> <p>Г) $Q = \alpha F \Delta t$</p> <p>5. Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции!</p> <p>А) $Nu = c Re^m Pr^n$</p> <p>Б) $Nu = c Gr^m$</p> <p>В) $Nu = c Re^m$</p> <p>Г) $Nu = c Gr^m Pr^n$</p>																																																																		
26	- контрольная работа по теме «Конденсация чистого пара»	<p>Определить значение коэффициента теплоотдачи α_2 Вт/(м² · °С) от конденсирующегося водяного пара к наружной поверхности горизонтальной латунной трубки диаметром d_2/d_1, температуры наружной и внутренней поверхностей стенки трубки t_{c2} и t_{c1} и количество пара G_2, кг/(м · ч), конденсирующегося на наружной поверхности трубки. Пар сухой насыщенный под давлением p. Внутри трубки со скоростью ω протекает охлаждающая вода, имеющая среднюю температуру $t_{ж1}$.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 2.4а</p> <table border="1" data-bbox="555 991 1738 1106"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d_2/d_1, мм</td> <td>22/20</td> <td>34/32</td> <td>26/23</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 2.4б</p> <table border="1" data-bbox="555 1137 1738 1323"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Исходные данные</th> <th colspan="10">Вторая цифра номера по списку группы</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p кПа</td> <td>703</td> <td>703,5</td> <td>704</td> <td>704,5</td> <td>705</td> <td>705,5</td> <td>706</td> <td>706,5</td> <td>707</td> <td>707,5</td> </tr> <tr> <td>w, м/с</td> <td>0,70</td> <td>0,72</td> <td>0,74</td> <td>0,76</td> <td>0,78</td> <td>0,80</td> <td>0,82</td> <td>0,84</td> <td>0,86</td> <td>0,88</td> </tr> <tr> <td>$t_{ж1}$, °С</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>45</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>45</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	d_2/d_1 , мм	22/20	34/32	26/23	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	p кПа	703	703,5	704	704,5	705	705,5	706	706,5	707	707,5	w , м/с	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	$t_{ж1}$, °С	35	30	35	40	45	30	35	40	45	20	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																																			
	0	1	2																																																																	
d_2/d_1 , мм	22/20	34/32	26/23																																																																	
Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																										
p кПа	703	703,5	704	704,5	705	705,5	706	706,5	707	707,5																																																										
w , м/с	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88																																																										
$t_{ж1}$, °С	35	30	35	40	45	30	35	40	45	20																																																										
27																																																																				

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция																																																						
28	- контрольная работа по теме «Кипение однокомпонентных жидкостей»	<p>На поверхности вертикальной трубы высотой H происходит пленочная конденсация сухого насыщенного водяного пара. Давление пара p, кПа. Температура поверхности трубы t_c °С. Определить значения местного коэффициента теплоотдачи на расстояниях x, равных 0,1 и 2 м от верхнего конца трубы. При расчете считать течение пленки конденсата ламинарным по всей высоте трубы.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 3.2а</p> <table border="1" data-bbox="555 432 1733 549"> <tr> <td rowspan="2">Исходные данные</td> <td colspan="3">Первая цифра номер по списку группы</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>t_c, C</td> <td>15</td> <td>27</td> <td>30</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 3.2б</p> <table border="1" data-bbox="555 580 1733 721"> <tr> <td rowspan="2">Исходные данные</td> <td colspan="10">Вторая цифра номера по списку группы</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>$H, м$</td> <td>2,8</td> <td>2,9</td> <td>2,10</td> <td>2,11</td> <td>2,12</td> <td>2,13</td> <td>2,14</td> <td>2,9</td> <td>2,10</td> <td>2,11</td> </tr> <tr> <td>$p, кПа$</td> <td>4,18</td> <td>4,19</td> <td>4,20</td> <td>4,21</td> <td>4,22</td> <td>4,23</td> <td>4,24</td> <td>4,25</td> <td>4,26</td> <td>4,27</td> </tr> </table>	Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы			0	1	2	t_c, C	15	27	30	Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$H, м$	2,8	2,9	2,10	2,11	2,12	2,13	2,14	2,9	2,10	2,11	$p, кПа$	4,18	4,19	4,20	4,21	4,22	4,23	4,24	4,25	4,26	4,27	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
Исходные данные	Первая цифра номер по списку группы																																																								
	0	1	2																																																						
t_c, C	15	27	30																																																						
Исходные данные	Вторая цифра номера по списку группы																																																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																															
$H, м$	2,8	2,9	2,10	2,11	2,12	2,13	2,14	2,9	2,10	2,11																																															
$p, кПа$	4,18	4,19	4,20	4,21	4,22	4,23	4,24	4,25	4,26	4,27																																															
29	- контрольная работа по теме «Рекуперативные и регенеративные теплообменники»	<p>Задача 1. В маслоохладителе трансформаторное масло охлаждается от $t_1 = 80$ °С до $t_2 = 30$ °С. Охлаждающая вода входит с температурой $t_3 = 15$ °С. Расходы масла и воды соответственно $G_1 = 0,28$ кг/с, $G_2 = 0,56$ кг/с. Определить температуру воды на выходе из маслоохладителя. Рассчитать среднеинтегральный температурный напор для прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.</p> <p>Задача 2. В воздухоподогревателе воздух нагревается от 20 °С до 180 °С. При этом дымовые газы охлаждаются от 400 °С. Определить среднеинтегральный температурный напор для прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.</p> <p>Задача 3. Определить поверхность теплообмена, если через нее передается 1000 кВт теплоты. Коэффициент теплопередачи 2000 Вт/(м² · К), температура первого теплоносителя на входе 300 °С, а на выходе 100 °С. Температура второго теплоносителя на входе 10 °С, а на выходе 80 °С. Расчет сделать для прямоточной, противоточной и перекрестной схем движения теплоносителей. Сравнить полученный результат и сделать вывод.</p> <p>Задача 4. Определить площадь поверхности теплообменника, в котором 6,93 кг/с спирта ($c_p = 3810$ Дж/(кг·К)) охлаждается водой от температуры 65,4 °С до 39,4 °С. Температура воды на входе 10 °С. Расход воды 6,3 кг/с. Коэффициент теплопередачи 568 Вт/(м² · К). Рассмотреть для трех схем движения теплоносителя: прямоточной, противоточной и перекрестного тока.</p>	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>																																																						

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
30	- контрольная работа по теме «Тепломассообмен в двухфазных средах и при химических превращениях»	<p>Задача 1. Выразить связь потоков с градиентами концентраций компонентов бинарной смеси в безграничной среде.</p> <p>Задача 2. Найти плотность потока массы при диффузии в неподвижно закреплённом сосуде.</p> <p>Задача 3. Оцените частоту диффузионных скачков молекулы воды в жидкой воде.</p> <p>Задача 4. Попробуйте предсказать зависимость коэффициента диффузии иона в водной среде от размера и заряда иона. Учтите сольватное и ионное окружение.</p> <p>Задача 5. Сравните по порядку величины коэффициенты диффузии и коэффициенты температуропроводности. Объясните, почему для некоторых веществ эти величины близки между собой, а для других веществ они существенно различны.</p>	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2</p> <p>ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
31	- лабораторная работа по теме «Конденсация чистого пара»	<p>Лабораторная работа «Теплоотдача при конденсации водяного пара»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется процессом конденсации пара? 2. Какие существуют виды конденсации в зависимости от смачиваемости поверхности? 3. Запишите обобщенное уравнение для определения коэффициента теплоотдачи при пленочной конденсации. 4. Как определяются коэффициенты теплоотдачи при конденсации пара для пучка вертикальных и горизонтальных труб? 5. Каким образом определяют опытный и расчетный коэффициенты теплопередачи в представленной работе? 6. Дайте определение понятий конвекция, конвективный теплообмен, конвективная теплоотдача. 7. Чем отличается конвективная теплоотдача при кипении от конвективной теплоотдачи в однофазной среде? 8. Какой вид теплообмена исследуется в данной работе? 9. Дайте определение процесса кипения. 10. Что такое теплоотдача при кипении в большом объеме? 11. Что такое центры парообразования? Назовите стадии парообразования. 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2</p> <p>ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>
32	- лабораторная работа по теме «Рекуперативные и регенеративные теплообменники»	<p>Лабораторная работа «Испытание рекуперативного теплообменника»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите преимущества и недостатки испытанных теплообменных аппаратов. 2. Что называется коэффициентом теплопередачи? Каков физический смысл единицы его измерения? 3. Какие факторы и параметры теплообменных аппаратов влияют на величину коэффициента теплопередачи? 4. В чем заключаются преимущества противоточной схемы по сравнению с прямоточной? 5. Может ли температура горячего теплоносителя на выходе из теплообменника быть меньше температуры холодного теплоносителя на выходе из теплообменника? 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2</p> <p>ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		б. В каких случаях при расчете теплообменника можно пользоваться средним арифметическим температурным напором?	
33	- реферат по разделу «Расчет теплообменных аппаратов»	<p><i>Перечень тем рефератов:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности расчета пластинчатых теплообменников. 2. Методы расчета теплообменников с проточной смесью. 3. Расчет теплообменников с использованием программных комплексов. 4. Расчет теплообменников в условиях переменного режима работы. 5. Анализ и оптимизация теплоотдачи в трубчатых теплообменниках. 6. Моделирование теплопереноса в кожухотрубных теплообменниках. 7. Расчет теплообменников с использованием численных методов. 8. Влияние параметров флюида на эффективность теплообмена. 9. Расчет теплообменников с применением метода конечных элементов. 10. Теплоотдача и теплопоглощение в криволинейных теплообменных аппаратах. 11. Методы расчета пограничного слоя и его влияние на теплообмен. 12. Оптимизация геометрии пластинчатых теплообменников для повышения эффективности. 13. Анализ влияния теплофизических свойств материалов на теплообменный процесс. 14. Расчет эффективности теплообменников с использованием энтропийного анализа. 15. Исследование теплопередачи в многорядных трубчатых теплообменниках. 16. Определение коэффициента теплоотдачи в различных типах теплообменников. 17. Расчет теплопередачи в двухфазном потоке в пластинчатых теплообменниках. 18. Влияние режимов течения на эффективность теплообмена в кожухотрубных аппаратах. 19. Расчет тепловых потерь в системах теплообмена и способы их снижения. 20. Исследование теплопереноса в промышленных испарителях и конденсаторах. 21. Оптимизация параметров пластинчатых теплообменников для минимизации гидравлических потерь. 22. Расчет эффективности теплообменных аппаратов с применением теплообменных чисел. 23. Методы расчета тепловой отдачи в рекуперативных теплообменных аппаратах. 24. Определение параметров переноса тепла при конденсации в трубчатых аппаратах. 25. Расчет теплообменников с использованием аналитических моделей и корреляций. 26. Исследование эффективности теплообменных аппаратов при различных режимах 	<p>ОПК-3: ИД-ОПК-3.2 ОПК-4: ИД-ОПК-4.2 ИД-ОПК-4.4</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>работы.</p> <p>27. Определение влияния геометрии теплообменных поверхностей на эффективность теплообмена.</p> <p>28. Расчет параметров теплоотдачи в различных типах пластинчатых теплообменников.</p> <p>29. Моделирование процессов теплообмена в многофазных потоках в кожухотрубных аппаратах.</p> <p>30. Оптимизация процесса теплообмена в системах с использованием сегментированных трубчатых аппаратов.</p> <p>31. Расчет тепловых потерь в замкнутых системах с применением метода эквивалентных теплопроводностей.</p> <p>32. Анализ влияния параметров теплообменников на энергетическую эффективность систем.</p> <p>33. Оценка теплоотдачи в промышленных рекуператорах и регенераторах.</p> <p>34. Расчет эффективности теплообмена в системах с использованием теплонасосов.</p> <p>35. Методы расчета теплообменных аппаратов при наличии конденсации или испарения.</p>	

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устный опрос	ответ ученика полный, самостоятельный, правильный, изложен литературным языком в определенной логической последовательности, рассказ сопровождается новыми примерами; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теории, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения; учащийся умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий, знает основные понятия и умеет оперировать ими при		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	решении задач, правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов;		
	ответ удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятии, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач, неточности легко исправляются при ответе на дополнительные вопросы; учащийся не использует собственный план ответа, затрудняется в приведении новых примеров, и применении знаний в новой ситуации, слабо использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов.		4
	большая часть ответа удовлетворяет требованиям к ответу на оценку "4", но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий или непоследовательности изложения материала, умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и задач, требующих преобразования формул.		3
	ответ неправильный, показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, неумение работать с учебником, решать количественные и качественные задачи; учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы.		2
Реферат	Содержание работы полностью соответствует теме. Фактические ошибки отсутствуют. Содержание излагается последовательно. Работа отличается богатством словаря, разнообразием используемых синтаксических конструкций, точностью словоупотребления. Достигнуто стилевое единство и выразительность текста. В целом в работе допускается 1 недочет в содержании и 1—2 речевых недочета		5
	Содержание работы в основном соответствует теме (имеются незначительные		4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	отклонения от темы). Содержание в основном достоверно, но имеются единичные фактические неточности. Имеются незначительные нарушения последовательности в изложении мыслей. Лексический и грамматический строй речи достаточно разнообразен. Стиль работы отличается единством и достаточной выразительностью. В целом в работе допускается не более 2 недочетов в содержании и не более 3—4 речевых недочетов.		
	В работе допущены существенные отклонения от темы. Работа достоверна в главном, но в ней имеются отдельные фактические неточности. Допущены отдельные нарушения последовательности изложения. Беден словарь, и однообразны употребляемые синтаксические конструкции, встречается неправильное словоупотребление. Стиль работы не отличается единством, речь недостаточно выразительна. В целом в работе допускается не более 4 недочетов в содержании и 5 речевых недочетов.		3
	Работа не соответствует теме. Допущено много фактических неточностей. Нарушена последовательность изложения мыслей во всех частях работы, отсутствует связь между ними, работа не соответствует плану. Крайне беден словарь, работа написана короткими однотипными предложениями со слабо выраженной связью между ними, часты случаи неправильного словоупотребления. Нарушено стилевое единство текста. В целом в работе допущено 6 недочетов.		2
Индивидуальная домашняя работа	Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике.		5
	Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.		4
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.		3
	Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.		2
	Работа не выполнена.		

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Контрольная работа	сделан перевод единиц всех физических величин в «СИ», все необходимые данные занесены в условие, правильно выполнены чертежи, схемы, графики, рисунки, сопутствующие решению задач, сделана проверка по наименованиям, правильно проведены математические расчеты и дан полный ответ; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком в определенной логической последовательности, учащийся приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов, умеет применить знания в новой ситуации; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения.		5
	работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов.		4
	работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул.		3
	работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего		2

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
	объема задания); учащийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи.			
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; учащийся самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей; правильно определил цель опыта; выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы; проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы). эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.		5	
	выполнение лабораторной работы удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но учащийся допустил недочеты или негрубые ошибки, не повлиявшие на результаты выполнения работы; опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений; или было допущено два-три недочета; или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или эксперимент проведен не полностью; или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные.			4
	результат выполненной части лабораторной работы таков, что позволяет получить			3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>правильный вывод, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки; правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы; или подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью учителя; или в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов; опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения; допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию учителя.</p>		
	<p>результаты выполнения лабораторной работы не позволяют сделать правильный вывод, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; не определил самостоятельно цель опыта; выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "3"; допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию учителя.</p> <p>Примечания. Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требований техники</p>		2

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	безопасности при проведении эксперимента. В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный подход к выполнению работы, но в отчете содержатся недостатки, оценка за выполнение работы, по усмотрению учителя, может быть повышена по сравнению с указанными нормами.		
Тестирование	Знания, понимания, глубины усвоения обучающимся всего объёма программного материала. Умения выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать межпредметные и внутрипредметные связи, творчески применяет полученные знания в незнакомой ситуации. Отсутствие ошибок и недочётов при воспроизведении изученного материала, при устных ответах устранение отдельных неточностей с помощью дополнительных вопросов учителя, соблюдение культуры устной речи.		5 85% - 100%
	Знание всего изученного программного материала. Умений выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутрипредметные связи, применять полученные знания на практике. Незначительные (негрубые) ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, соблюдение основных правил культуры устной речи.		4 65% - 84%
	Знание и усвоение материала на уровне минимальных требований программы, затруднение при самостоятельном воспроизведении, необходимость незначительной помощи преподавателя. Умение работать на уровне воспроизведения, затруднения при ответах на видоизменённые вопросы. Наличие грубой ошибки, нескольких негрубых при воспроизведении изученного материала, незначительное несоблюдение основных правил культуры устной речи.		3 41% - 64%
	Знание и усвоение материала на уровне ниже минимальных требований программы, отдельные представления об изученном материале. Отсутствие умений работать на уровне воспроизведения, затруднения при ответах на стандартные вопросы. Наличие нескольких грубых ошибок, большого числа негрубых при воспроизведении изученного материала, значительное		2 40% и менее 40%

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	несоблюдение основных правил культуры устной речи.		
Решение задач (заданий)	Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);		5
	Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;		4
	Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;		3
	Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		2
Презентация	Презентация выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений, навыков в освоении пройденных тем и применение их на практике.		5
	Презентация выполнена полностью, но тема раскрыта недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.		4
	Презентация выполнена достаточно полно. Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.		3
	Презентация выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.		2
	Задания по теме практического занятия не выполнены.		

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
--------------------------------	---

Зачет с оценкой в письменной форме по билетам	БИЛЕТ №1 По курсу «Тепломассообмен»
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температура, тепло, тепловой поток, плотность, теплового потока, линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление и его виды. 2. Как изменяется коэффициент теплоотдачи при конденсации на трубном пучке в направлении от верхних рядов труб к нижним (ответ обосновать физически)? 3. Стена дома толщиной 0,25 м выполнена из деревянного бруса и имеет размеры 6х3 м. Температура внутреннего воздуха и коэффициент теплоотдачи составляют 22°C и 8 Вт/м² гр; наружная температура -15°C, а коэффициент теплоотдачи 20 Вт/м² гр. Найти температуры на внутренней и наружной поверхностях стены и поток тепла через нее.
	БИЛЕТ №2 по курсу «Тепломассообмен»
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дифференциальные уравнения теплопроводности (вывод). Смысл коэффициентов теплопроводности и температуропроводности. 2. Какой физический смысл имеет поправка на гиб в змеевиках? Какие численные значения принимает эта поправка? 3. В теплообменнике горячий и холодный теплоносители разделены плоской латунной стенкой толщиной $\delta=2$ мм, перепад температур в которой $t_{c1} - t_{c2} = 2^\circ\text{C}$. Найти плотность теплового потока через стенку. Как изменится эта величина, если латунную стенку заменить на стальную той же толщины?
	БИЛЕТ №3 по курсу «Тепломассообмен»
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Условия однозначности для уравнения теплопроводности. Краевые условия. 2. По какому закону изменяется местный коэффициент конвективной теплоотдачи по длине трубы в условиях данной задачи? Кроме конвекции, имеется ли здесь иной механизм теплообмена? 3. Температура воздуха в аудитории 20°C, а снаружи -10°C. Стена выполнена из красного кирпича толщиной 0,65 м. Найти тепловой поток через стену площадью 30м², если коэффициенты теплоотдачи $\alpha_1=7$, а $\alpha_2=18$ Вт/м² гр. Определить температуру на внутренней поверхности стены.
	БИЛЕТ №4 по курсу «Тепломассообмен»
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основной закон конвективного теплообмена (Ньютона-Рихмана). Внешнее термическое сопротивление. 2. Дайте физическое объяснение полученному значению поправки на неизотермичность. Какие значения она принимает в

	<p>общем случае?</p> <p>3. Стальной паропровод с наружным диаметром 110 мм и толщиной стенки 5 мм проложен на открытом воздухе с температурой 10°C. Он теплоизолирован слоем минеральной ваты толщиной 80 мм. Найти потери тепла с погонного метра паропровода, если давление пара 2 бар, а коэффициенты теплоотдачи $\alpha_1=90$, а $\alpha_2=15$ Вт/м² гр.</p> <p style="text-align: center;">БИЛЕТ №5 по курсу «Тепломассообмен»</p> <p>1. Последовательная и параллельная передача теплоты. Теплопроводность, теплоотдача и теплопередача. 2. Каков физический смысл поправки на длину канала при расчете конвективной теплоотдачи и какие значения она принимает? 3. По стальному паропроводу $d_{вн}=40$ мм и $\delta_{ст}=4$ мм движется пар давлением 3 бар. Паропровод проложен в цехе с температурой воздуха 25°C, коэффициенты теплоотдачи составляют $\alpha_1=80$, а $\alpha_2=12$ Вт/м² гр., соответственно. Найти линейную плотность потока тепла, как она изменится, если паропровод покрыть асбестовой изоляцией толщиной 20 мм?</p>
<p>Экзамен в письменной форме по билетам</p>	<p>Билет №1</p> <p>Вопрос. 1. Виды тепломассообмена. Теплоотдача, теплопередача. Основные понятия. Вопрос. 2. Шахматный пучок труб с наружным диаметром 20мм длиной 2м содержит 18 рядов горизонтально расположенных труб (по 10 труб в каждом ряду). Пучок находится в среде водяного пара давлением 2 бар при температуре 135°C, температура стенок труб 102°C. Найти расход образующегося конденсата. Как изменяется коэффициент теплоотдачи к трубе в направлении от верхних рядов труб к нижним (ответ обосновать физически)? Вопрос. 3. В воздухоподогревателе шахматный пучок труб обтекается поперечным потоком воздуха. Внешний диаметр труб в пучке $d = 32$ мм. Поперечный шаг $s_1 = 2,5d$; продольный шаг $s_2 = 1,5d$. Средняя скорость в узком сечении пучка и средняя температура воздуха составляют соответственно $w = 9$ м/с и $t_{ж} = 160$ °C. Найти коэффициент теплоотдачи от поверхности труб к воздуху для третьего ряда пучка труб при условии, что температура поверхности труб $t_c = 500$ °C, а угол атаки равен $\varphi = 90^\circ$ и $\varphi = 60^\circ$. Вопрос. 4. Рассчитать теплообменник типа «труба в трубе» при следующих данных горячий теплоноситель вода с расходом 3 т/ч и с температурами на входе и выходе 160/80 С соответственно, а холодный теплоноситель вода с температурами 20/90 С.</p> <p>Билет №2</p> <p>Вопрос. 1. Основные уравнения для расчета рекуперативных теплообменников. Вопрос. 2. Пластина длиной 3м и шириной 1м, имеющая температуру 50°C, обтекается продольным потоком дымовых газов с температурой 220°C при скорости 10м/с. Найти величину потока теплоты. Дать физический анализ закономерностям изменения коэффициента теплоотдачи по длине пластины. Вопрос. 3. Определить потери теплоты в единицу времени с 1 м² поверхности цилиндрической горизонтальной трубы диаметром $d = 600$ мм, охлаждаемой воздухом. Температура поверхности трубы $t_c = 220$ °C и температура воздуха $t_{ж} = 20$ °C.</p>

	<p>Вопрос. 4. Рассчитать теплообменник типа «труба в трубе» при следующих данных горячей теплоноситель вода с температурами на входе и выходе 100/60 С соответственно, а холодный теплоноситель масло МС-20 с температурами 20/70 С и расходом теплоносителя 4 т/ч.</p> <p>Билет №3</p> <p>Вопрос. 1. Средний температурный напор, эффективность теплообменников.</p> <p>Вопрос. 2. Поверхность воды в сосуде длиной 1 м и шириной 0,8 м с температурой 15°C омывается в продольном направлении потоком воздуха с температурой 40°C и молярной долей пара, равной 0,08 при скорости 4м/с. Найти величину потока тепла за счет массообмена. Как влияет направление потока массы на величину коэффициента теплоотдачи при совместном ТМО (ответ обосновать физически)?</p> <p>Вопрос. 3. На наружной поверхности горизонтальной трубы диаметром $d=28$ мм и длиной $l=3,63$ м конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении $2 \cdot 10^5$ Па. Температура поверхности трубы $t_c=84,5$ °С. Определить средний коэффициент теплоотдачи от пара к трубе и количество пара G, кг/ч, которое конденсируется на поверхности трубы.</p> <p>Вопрос. 4. Рассчитать теплообменник типа «труба в трубе» при следующих данных горячей теплоноситель вода с расходом 5 т/ч и с температурами на входе и выходе 120/60 С соответственно, а холодный теплоноситель масло МК с температурами 20/110 С.</p>
--	---

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
<p>Зачет с оценкой в письменной форме по билетам</p> <p>1-й вопрос: 0 – 1 баллов</p> <p>2-й вопрос: 0 – 1,5 баллов</p> <p>3-й вопрос: 0 – 2,5 баллов</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. 		5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		4
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>		3
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении</p>		2

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>		
<p>Экзамен в письменной форме по билетам 1-й вопрос: 0 – 0,5 баллов 2-й вопрос: 0 – 1 баллов 3-й вопрос: 0 – 1,5 баллов 4-й вопрос: 0 – 2 баллов</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению 		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p> <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>		3
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.</p> <p>На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>		2

5.5. Примерные темы курсовой работы:

1. Расчет теплообменника типа «Труба в трубе»;

2. Расчет кожухотрубного теплообменника;
 3. Расчет оросительного теплообменника;
 4. Расчет калорифера.
- 5.6. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Защита курсовой работы	<ul style="list-style-type: none"> – работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны; – собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников; – при написании и защите работы продемонстрированы: высокий уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков; – работа правильно оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; – на защите освещены все вопросы исследования, ответы на вопросы профессиональные, грамотные, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями. 		5
	<ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы; – собран, обобщен и проанализирован необходимый объем профессиональной литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации; – при написании и защите работы продемонстрирован: средний уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении; 		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	<ul style="list-style-type: none"> – в процессе защиты работы были даны неполные ответы на вопросы. 		
	<ul style="list-style-type: none"> – тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы; – в работе недостаточно полно была использована профессиональная литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы; – при написании и защите работы продемонстрирован удовлетворительный уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и / или оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – в процессе защиты недостаточно полно изложены основные положения работы, ответы на вопросы даны неполные. 		3
	<ul style="list-style-type: none"> – содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования; – работа не оригинальна, основана на компиляции публикаций по теме; – при написании и защите работы продемонстрирован неудовлетворительный уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций; – работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – на защите показаны поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, даны неверные ответы на вопросы. 		2

5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль (пятый семестр):		
- устный опрос (раздел 1)		2 – 5
- устный опрос (раздел 2)		2 – 5
- устный опрос (раздел 3)		2 – 5
- тестирование (раздел 1)		2 – 5
- тестирование (раздел 2)		2 – 5
- тестирование (раздел 3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 1.3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 2.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 2.3)		2 – 5
- контрольная работа (темы 2.4)		2 – 5
- контрольная работа (раздел 3)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 1.2)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 1.3)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 2.3)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 2.3)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 2.4)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 2.4)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 3.3)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 3.4)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 3.5)		2 – 5
- реферат (раздел 2)		2 – 5
- презентация (раздел 2)		2 – 5
- ИДЗ (раздел 1)		2 – 5
- ИДЗ (раздел 2)		2 – 5
- ИДЗ (раздел 3)		2 – 5
- ИДЗ (раздел 3)		2 – 5
Промежуточная аттестация (Тестирование категории С)		2 – 5
Курсовая работа		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно
Итого за семестр зачет с оценкой		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно
Текущий контроль (шестой		

семестр):		
- устный опрос (раздел 4)		2 – 5
- устный опрос (раздел 5)		2 – 5
- устный опрос (раздел 6)		2 – 5
- тестирование (раздел 4)		2 – 5
- тестирование (раздел 5)		2 – 5
- тестирование (раздел 6)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 4.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 5.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 5.2)		2 – 5
- контрольная работа (темы 6.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 6.1)		2 – 5
- контрольная работа (темы 6.1)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 4.1)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 4.2)		2 – 5
- лабораторная работа (темы 5.1)		2 – 5
- реферат (раздел 5)		2 – 5
- презентация (раздел 5)		2 – 5
Промежуточная аттестация (Тестирование категории С)		2 – 5
Итого за семестр экзамен		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проектная деятельность;
- проведение интерактивных лекций;
- групповых дискуссий;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- применение электронного обучения;
- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
115419, г. Москва, ул. Донская, д. 39, стр. 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор,

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
	– экран
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
Аудитория для самостоятельной работы студента, а. 6315	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»
119071, г. Москва, ул. М. Калужская, д. 1, стр. 3	
Читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Соколовский Р.И., Шарпар Н.М.	Техническая термодинамика. Конспект лекций	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792235	на кафедре - 10 шт.
2	Маркова К.А., Первак Г.И.	Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий. Конспект лекций	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792232	на кафедре - 10 шт.
3	Тюрин М.П., Бородина Е.С.	Рекуперативные теплообменники и их расчет	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=961397	
4	Кошелева М.К.	Расчет и повышение эффективности процессов термовлажностной обработки текстильных материалов	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2015	http://znanium.com/bookread2.php?book=782942	
5	Жмакин Л.И., Корнюхин И.П.	Тепломассообменные процессы и оборудование в легкой и текстильной промышленности	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2014		на кафедре - 8 шт.
6	Жмакин Л.И.	Конспект лекций по курсу «Кинетическая теория теплоты»	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2014		на кафедре - 8 шт.
7	Тюрин, М. П. , Апарушкина М.А.	Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2012	http://znanium.com/bookread2.php?book=465554	
8	Шарпар Н.М., Жмакин Л.И.	Тепломассообмен. Краткий справочник	Справочник	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2023		4 шт.
9	Шарпар Н.М., Жмакин Л.И.	Сборник задач и тестов по тепломассообмену. Часть 1	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2022		4 шт.
10	Шарпар Н.М., Жмакин Л.И.	Сборник задач и тестов по тепломассообмену. Часть 2	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2022		4 шт.
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Красновский Б.М.	Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч.	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-	

		Часть 1.				betonirovanie-v-2-ch-chast-1-517717#page/1	
2	Красновский Б.М.	Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 2.	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-2-517719	
3	Рудобашта С. П., Карташов Э. М.	Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2.	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-1-516153	
4	Рудобашта С. П., Карташов Э. М.	Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2.	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-2-516644	
5	Гнездилова А. И.	Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-516046	
6	Гнездилова А. И.	Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.	Учебное пособие для академического бакалавриата	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-513613#page/1	
7	Карташов Э.М., Кудинов В.А., Калашников В.В.	Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-reshenie-zadach-dlya-mnogosloynnyh-konstrukcij-516154#page/1	
8	Шабаров А.Б. - отв. ред., Кислицын А.А. - отв. ред.	Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-v-neftegazovyh-i-stroitelnyh-tehnologiyah-498905	
9	Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред.	Теплотехника в 2т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена	Учебник для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-1-termodinamika-i-teoriya-teploobmena-516581	
10	Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред.	Теплотехника в 2т. Том 2. Термодинамика и теория теплообмена	Учебник для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-2-energeticheskoe-ispolzovanie-teploty-516585	
11	Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред.	Теплотехника. Практикум	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-praktikum-516588	
12	Быстрицкий Г.Ф.	Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных	Учебник для академического	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-i-energosiilovoe-oborudovanie-	

		предприятий	бакалавриата			promyshlennyh-predpriyatiy-512922	
13	Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В.	Техническая термодинамика и теплопередача	Учебник для академического бакалавриата	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/tehnicheskaya-termodinamika-i-teploperedacha-510604	
14	Бухарова Г.Д.	Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания	Учебное пособие для академического бакалавриата	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-513121	
15	Бухарова Г.Д.	Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/fizika-molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-513246	
16	Косинов А.Д., Костюрина А.Г., Брагин О.А.	Методы физического эксперимента	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/metody-fizicheskogo-eksperimenta-494206	
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Тепломассообменные процессы и оборудование для обработки текстильного материала в воздушной и паровых средах	Учебно-методическое пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792218	на кафедре – 5 шт.
2	Маркова К.А.	Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Сборник заданий на курсовой проект	Методические указания	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792227	на кафедре – 5 шт.
3	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Расчет рекуперативных теплообменников	Методические указания	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792181	на кафедре – 5 шт.
4	Шарпар Н.М.	Сорбция влаги текстильными материалами	Учебно-методическое пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792236	на кафедре – 5 шт.
5	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Тепломассообменные процессы и оборудование для обработки текстильного материала в воздушной и паровых средах	Учебно-методическое пособие	М.: МГУДТ	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=792218	на кафедре – 5 шт.
6	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Теплотехнический расчет установки для сушки текстильных материалов	Методические указания	М.: МГУДТ	2015	http://znanium.com/bookread2.php?book=792183	на кафедре – 5 шт.
7	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Расчет и выбор калориферов	Методические указания	М.: МГУДТ	2015		на кафедре – 5 шт.

8	Захарова А.А., Салтыкова В.С.	Массообменные процессы	Методические указания	М.: МГУДТ	2015	http://znanium.com/catalog/author/7a5b1f0d-dc24-11e4-b489-90b11c31de4c	
9	Белоусов А.С., Белоусов В.И.	Разработка моделей теплообмена в проточных технологических аппаратах	Методические указания	М.: МГУДТ	2014	http://znanium.com/bookread2.php?book=961364	
10	Кошелева М.К.	Задачи и задания в тестовой форме по общей химической технологии	Методические указания	М.: МГУДТ	2013	http://znanium.com/bookread2.php?book=465542	

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Период	Номер и дата договора	Предмет договора	Партнер по договору	Ссылка на электронный ресурс	Срок действия договора
1.	2023	Приложение 1 к письму РЦНИ от 07.04.2023 г. № 574	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Wiley	РЦНИ	База данных The Wiley Journals Databas (глубина доступа: 2019 г. - 2022 г.) https://onlinelibrary.wiley.com/	Действует по 30.06.2023 г.
2.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1948 от 29.12.2022	О предоставлении доступа к базам данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Materials: https://materials.springer.com/	Действует по 29.12.2023 г.
3.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1949 от 29.12.2022	О предоставлении доступа к базам данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Nature Protocols and Methods: http://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols	Действует по 29.12.2023 г.
4.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1955 от 30.12.2022	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Questel SAS	РЦНИ	https://www.orbit.com/	Действует по 30.06.2023 г.
5.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1956 от 30.12.2022	О предоставлении доступа к базе данных компании The Cambridge Crystallographic Data Center	РЦНИ	https://www.ccdc.cam.ac.uk/	Действует по 31.12.2023 г.
6.	2023/2024	Договор № ПЛ-02-4/18-01.22 от 07.02.2023 г.	О предоставлении права использования программного обеспечения	ООО «Издательство Лань»	https://e.lanbook.com/	Действует до 17.02.2024 г.
7.	2022/2023	Договор № 494 эбс от 12.10.2022 г.	О предоставлении доступа к ЭБС Znanium.com	ООО «ЗНАНИУМ»	https://znanium.com/	Действует до 12.10.2023 г.
8.	2022/2023	Договор № 450-22 Е-44-5 от 05.10.2022 г.	О предоставлении доступа к образовательной платформе «ЮРАЙТ»	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	https://urait.ru/	Действует до 14.10.2023 г.
9.	2022/2023	Лицензионный договор SCIENCE INDEX № SIO-8076/2022 от 25.05.2022 г.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU)	ООО НЭБ	https://www.elibrary.ru/	Действует до 25.05.2023

10.	202 2/2 023	Договор № 52-22-ЕП-223-5 Р от 18.02.2022 г. Дополнительное соглашение №1 к Договору № 52-22-ЕП-223-5 Р от 18.02.2022 г.	О предоставлении права использования программного обеспечения. О предоставлении доступа к разделам базы данных	ООО «Издательство Лань»	https://e.lanbook.com/	Действует до 18.02.2023 г.
11.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 07.04.2023 г. № 574	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Wiley	РЦНИ	База данных The Wiley Journals Databas (глубина доступа: 2023 г.) https://onlinelibrary.wiley.com/	Ресурс бессрочный
12.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1950	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Nature journals (год издания – 2023 г. - тематическая коллекция Physical Sciences & Engineering Package): https://www.nature.com/ База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.- тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package) : https://link.springer.com/	Ресурс бессрочный
13.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1949	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.- тематическая коллекция Social Sciences Package) : https://link.springer.com/ База данных Nature Journals - Palgrave Macmillan (год издания – 2023 г. тематической коллекции Social Sciences Package) https://www.nature.com/	Ресурс бессрочный
14.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1948	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Nature journals, Academic journals, Scientific American (год издания – 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package .): https://www.nature.com/ База данных Adis (год издания – 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package https://link.springer.com База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.: - тематическая коллекция Life Sciences Package) : https://link.springer.com/	Ресурс бессрочный
15.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1947	О предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Springer eBooks Collections	РЦНИ	eBooks Collections (i.e.2023 eBook Collections, год издания - 2023, в т.ч. выпущенных в 2022 г. - тематическая коллекция Physical Sciences, Social Sciences, Life Sciences,Engineering Package):	Ресурс бессрочный

			издательства Springer Nature		http://link.springer.com/	
16.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 08.08.2022 г. №1065)	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Nature journals коллекции Academic journals, Scientific American, Palgrave Macmillan (выпуски 2022 г.): https://www.nature.com/ https://link.springer.com База данных Springer Journals: https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
17.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 30.06.2022 г. № 910	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Springer Journals: https://link.springer.com/ База данных Adis Journals (выпуски 2022 г.): https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
18.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 30.06.2022 г. № 909.	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Nature journals (выпуски 2022 г.): https://www.nature.com/ База данных Springer Journals: https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
19.	2021	Приложение 1 к письму РФФИ от 17.09.2021 г. № 965	О предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature	РФФИ	eBooks Collections (i.e.2020 eBook Collections): http://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
20.	2019	Приложение № 2 к письму РФФИ № 809 от 24.06.2019 г.	О предоставлении сублицензионного доступа к содержанию баз данных издательство Springer Nature	РФФИ	База данных Springer Journals (за 2019 г): https://link.springer.com/ База данных Nature journals (выпуски 2019 г.): https://www.nature.com/	Ресурс бессро чный
21.	2018	Договор № 101/НЭБ/0486-п от 21.09.2018 г.	О предоставлении доступа к «Национальной электронной библиотеке» (НЭБ)	ФГБУ РГБ	http://нэб.рф/	Ресурс бессро чный
22.	2016/2017	Приложение № 2 к письму РФФИ № 779 от 16.09.2016 г.	О предоставлении доступа к БД издательства SpringerNature (выпуски за 2016-2017 гг)	РФФИ	https://link.springer.com/ https://www.springerprotocols.com/ https://materials.springer.com/ https://link.springer.com/search?facet-content-type=%ReferenceWork%22 http://zbmath.org/ http://npg.com/	Ресурс бессро чный с 01.01.2017
23.	2016/2019	Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.	О предоставлении доступа к БД СМИ	ООО "ПОЛПРЕД Справочник и"	http://www.polpred.com	Ресурс бессро чный
24.	2015/2019	Договор № 101/НЭБ/0486 от 16.07.2015 г.	О предоставлении доступа к «Национальной электронной библиотеке»	ФГБУ РГБ	http://нэб.рф/	Ресурс бессро чный

25.	201 3/2 019	Соглашение № ДС-884-2013 от 18.10.2013 г.	О сотрудничестве в Консорциуме	НП НЭИКОН	http://www.neicon.ru/	Ресурс бессрочный
26.	201 3/2 019	Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.	О предоставлении доступа к eLIBRARY.RU	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ)	http://www.elibrary.ru/	Ресурс бессрочный

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Наименование лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020

23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021

ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры