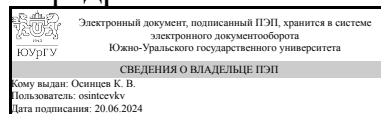


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



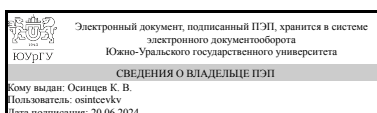
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.03 Тепломассообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий  
**для направления** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Промышленная теплоэнергетика  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Промышленная теплоэнергетика

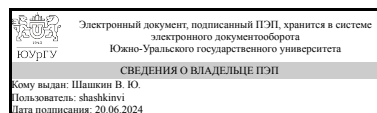
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. В. Осинцев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. Ю. Шашкин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Тепломассообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий» является формирование знаний в области современных конструкций тепломассообменного оборудования, методов их расчета и оптимизации. Основные задачи дисциплины: - Познакомить с применяемыми промышленными тепло-технологическими установками различного назначения и основными направлениями описания рабочих процессов в промышленных агрегатах. - Подвести студентов к глубокому пониманию физической основы тепломассообменных процессов. - Добиться прочного усвоения знаний по вопросу проведения теплового, гидравлического, компоновочного расчетов. - Сформировать понимание зависимостей, на которых базируются расчеты. - Обратить внимание на важность математического моделирования при решении задач проектирования тепломассообменных установок и выбора оптимального режима работы. - Сформировать понимание вопросов, касающихся проектирования конструкций тепломассообменных аппаратов. - Обратить внимание на современный уровень развития данной отрасли

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются конструкции и методы расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов, деаэраторов, выпарных и кристаллизационных установок, сушильных установок, перегонных и ректификационных установок.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства	Знает: виды теплообменников. Умеет: рассчитывать температурный напор, рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи;

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теоретические основы технической термодинамики, Объекты малой энергетики, Вопросы экологии в теплоэнергетике	Промышленные печи, Технологические энергоносители промышленных предприятий, Теория автоматического управления, контроля и прогнозирования на основе нейросетевых алгоритмов, Автоматизация теплотехнологических процессов, Выбор и расчет систем отопления

промышленных предприятий и объектов социальной сферы

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Вопросы экологии в теплоэнергетике	Знает: вредные для окружающей среды вещества. Умеет: рассчитывать концентрацию вредных веществ. Имеет практический опыт: рассчитывать концентрацию вредных веществ по снижению выбросов в атмосферу.
Объекты малой энергетики	Знает: оборудование систем малой энергетики. Умеет: рассчитывать оборудование в малой энергетике. Имеет практический опыт: построения технологических схема малой энергетики.
Теоретические основы технической термодинамики	Знает: способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов. способы расчета коэффициентов теплопередачи. Умеет: рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. коэффициент диффузии для лабораторного стенда.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 147,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	288	108	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	48	80
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	0	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	140,25	53,75	86,5
Выполнение курсового проекта	35	0	35
Подготовка к контрольной работе №6 Перегонные и ректификационные установки	5	0	5
Подготовка к контрольной работе №2 Регенеративные	5	5	0

теплообменники с неподвижной и подвижной насадками			
Подготовка к контрольной работе №5 Сушильные установки	5	0	5
Подготовка к контрольной работе №1 "Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия"	15	15	0
Подготовка к контрольной работе №4 Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	5	0	5
Подготовка к лабораторным работам	15	0	15
Подготовка к зачету	33,75	33,75	0
Подготовка к контрольной работе №3 Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники	5	0	5
Подготовка к экзамену	16,5	0	16,5
Консультации и промежуточная аттестация	19,75	6,25	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен,КП

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования промышленных предприятий. Основные понятия и определения.	2	2	0	0
2	Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия	70	18	20	32
3	Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками	12	10	2	0
4	Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники.	2	2	0	0
5	Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	18	14	4	0
6	Сушильные установки	16	12	4	0
7	Перегонные и ректификационные установки	6	4	2	0
8	Абсорбционные и адсорбционные аппараты	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия, по виду взаимного движения теплоносителей, по назначению. Аппараты периодического и непрерывного действия. Общие понятия и определения.	2
2	2	Назначение и области применения рекуперативных теплообменников, их классификация. Кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые. Основные элементы конструкции кожухотрубчатых теплообменников.	2
3, 4	2	Виды расчетов теплообменников. Тепловой конструктивный расчёт. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Средний температурный напор. Коэффициент теплопередачи. Уравнение неразрывности.	4
5	2	Тепловой поверочный расчёт. Выбор скоростей теплоносителей. Компоновочный расчёт.	2

6	2	Гидравлический расчёт. Расчёт мощности привода вентиляторов или насоса	2
7	2	Расчет рекуперативных теплообменников с оребрением.	2
8, 9	2	Рекуперативные теплообменники периодического действия.	4
10	2	Тепловые трубы. Конструкции, особенности работы.	2
11,12	3	Область применения регенеративных теплообменников. Конструкции и принцип действия регенеративных теплообменников. Теплообменники с неподвижной и подвижной насадками. Виды применяемых насадок. Изменение температур в насадке регенеративного теплообменника. Температурный гистерезис. Коэффициент аккумуляции теплоты.	4
13	3	Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе.	2
14,15	3	Аппараты с кипящим слоем.	4
16	4	Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Градирни. Деаэраторы. H-d диаграмма влажного воздуха. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме.	2
17	5	Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Свойства растворов (концентрация раствора, насыщенный раствор, растворимость). Температурная депрессия. Вторичный пар.	2
18, 19	5	Технические способы выпаривания растворов. Технологические схемы выпарных установок. Адиабатные выпарные установки. Выпарные установки с контактными нагревателями. Выпарные установки с аппаратами погружного горения.	4
20	5	Выбор схемы выпарной установки.	2
21	5	Выпарные аппараты с поверхностью нагрева. Сепарация пара.	2
22	5	Тепловой расчет многоступенчатой выпарной установки. Располагаемая и полезная разность температур. Депрессии. Распределение полезной разности температур между отдельными ступенями.	2
23	5	Определение количества выпаренной воды и концентрации раствора. Расход пара на многоступенчатую выпарную установку. Кристаллизационные установки.	2
24	6	Методы обезвоживания. Механическое обезвоживание. Понятие о процессе сушки. Классификации влажных материалов. Влагосодержание, влажность материала. Общие сведения о процессе сушки материалов. Классификация сушильных установок. Равновесная влага, равновесное влагосодержание материала, гигроскопическое влагосодержание материала.	2
25, 26	6	Кинетика сушки, кривая сушки, скорость сушки. Кривые скорости сушки. Скорости сушки и изменения температуры материала при конвективном способе подвода теплоты. Периоды сушки. Критическое влагосодержание. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах.	4
27	6	Конвективная сушка. Классификация конвективных сушильных установок. Сушильные агенты.	2
28	6	Теплотехнологические схемы конвективных сушильных установок. Сушка с однократным использованием сушильного агента, сушка с рециркуляцией сушильного агента, сушка с промежуточным подогревом сушильного агента.	2
29	6	Аппараты и технология процессов сушки. Сушка жидкотекучих материалов. Сушка твердых дисперсных материалов. Сушка ленточных материалов.	2
30	7	Общие сведения о перегонке и ректификации. Классификация перегонных и ректификационных аппаратов и установок. Принцип работы ректификационной установки для разделения бинарной смеси.	2
31	7	Физико-химические основы равновесия фаз жидкость – пар. Конструкции ректификационных колонн.	2
32	8	Общие сведения о сорбционных процессах.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Нахождение расходов, температур по балансовым уравнениям. Нахождение температурного напора.	2
2, 3	2	Тепловой конструктивный расчет рекуператоров	4
4	2	Тепловой конструктивный расчет рекуператоров графическим способом	2
5, 6	2	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника с изменением агрегатного состояния теплоносителей. Компонировочный расчет. Гидравлический расчет.	4
7, 8	2	Расчет рекуперативного теплообменника периодического принципа действия	4
9, 10	2	Расчет воздухоохладителя с ребристыми поверхностями.	4
11	3	Особенности расчета теплообменных аппаратов металлургической теплотехники. Определение характеристик регенератора с кипящим слоем.	2
12, 13	5	Расчет выпарной установки.	4
14, 15	6	Математическое описание процессов сушки.	4
16	7	Нахождение основных параметров рабочих процессов и элементов компоновки перегонных и ректификационных установок.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Исследование работы теплообменного аппарата методом имитационного моделирования при различных расходах, температурах теплоносителей	6
2	2	Исследование работы теплообменного аппарата методом имитационного моделирования при различных схемах движения, температурах теплоносителей.	6
3	2	Исследование работы теплообменного аппарата методом имитационного моделирования в зависимости от вида теплоносителей.	4
4	2	Исследование работы теплообменного аппарата методом имитационного моделирования в зависимости от геометрии теплообменника, при различных расходах.	6
5	2	Исследование работы теплообменного аппарата методом имитационного моделирования в зависимости от геометрии теплообменника и от вида теплоносителей.	6
6	2	Исследование изменения коэффициента теплообмена с течением времени при прямоточной схеме течения теплоносителей в пластинчатом теплообменнике	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение курсового проекта	Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр.	6	35

	5-82. Лебедев, П. Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий Курсовое проектирование: Учеб. пособие для энергет. вузов П. Д. Лебедев, А. А. Шукин. - М.: Энергия, 1970. - 408 с. ил., 1 отд. л. прил., стр. 5-40		
Подготовка к контрольной работе №6 Перегонные и ректификационные установки	Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. : справочник : в 4 кн. / Б. Г. Борисов и др. ; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ , 2007. - 630 с. ил. стр. 198-211; Промышленные теплообменные процессы и установки: учебник для ВУЗов / под ред. Л.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 328 с., стр. 221- 251	6	5
Подготовка к контрольной работе №2 Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками	Бакластов, А. М. Промышленные теплообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 83-104. Шашкин, В. Ю. Расчет регенеративных теплообменных аппаратов Учеб. пособие В. Ю. Шашкин, Е. В. Торопов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 39, [1] с. ил. стр. 2-26.	5	5
Подготовка к контрольной работе №5 Сушильные установки	Бакластов, А. М. Промышленные теплообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 166-220. Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. : справочник : в 4 кн. / Б. Г. Борисов и др. ; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ , 2007. - 630 с. ил. стр. 211-240;	6	5
Подготовка к контрольной работе №1 "Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия"	Бакластов, А. М. Промышленные теплообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 5-82.	5	15
Подготовка к контрольной работе №4 Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	Бакластов, А. М. Промышленные теплообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 104-146. Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. : справочник : в 4 кн. / Б. Г. Борисов и др. ; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ ,	6	5

	2007. - 630 с. ил. стр. 177-196		
Подготовка к лабораторным работам	Шашкин, В.Ю. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с., стр. 2-38 Шашкин, В. Ю. Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании Учеб. пособие для лаб. работ В. Ю. Шашкин, Е. В. Торопов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 35, [2] с.	6	15
Подготовка к зачету	Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 5-82; стр. 83-104.	5	33,75
Подготовка к контрольной работе №3 Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники	Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с., стр. 146-165. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю. М. Бродов и др.; под ред. Ю. М. Бродова – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 479 с., стр. 262-271; Назмеев, Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. пособие для вузов / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. – М.: Издательство МЭИ, 2007., стр. 45-78	6	5
Подготовка к экзамену	Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с. Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. : справочник : в 4 кн. / Б. Г. Борисов и др.; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 630 с. ил.	6	16,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------



КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Контрольная работа №1 Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия	7	5	<p>Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.</p> <p>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.</p> <p>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.</p> <p>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.</p> <p>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не</p>	зачет

					сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены. 0 баллов: Работа не сдана на проверку.		
2	5	Текущий контроль	Контрольная работа №2 Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками	5	5	Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы. 4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки. 3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками. 2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено. 1 балл: Теоретическое содержание	зачет

						<p>раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.</p> <p>0 баллов: Работа не сдана на проверку.</p>	
3	5	Промежуточная аттестация	зачет	-	4	<p>Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>4 балла: Полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине. В ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Студент освоил все темы, вынесенные на зачет. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>3 балла: Полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Студент освоил все темы, вынесенные на зачет. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>2 балла: Недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов.</p>	зачет

					<p>В ответе отсутствуют выводы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>1 балл: Ответ, представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены</p> <p>0 баллов: Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. Студент отказывается отвечать на вопрос.</p>		
4	6	Текущий контроль	Контрольная работа №3 Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники	3	5	<p>Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.</p> <p>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на</p>	экзамен

					<p>все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.</p> <p>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.</p> <p>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.</p> <p>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.</p> <p>0 баллов: Работа не сдана на проверку.</p>		
5	6	Текущий контроль	Контрольная работа №4 Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	3	5	<p>Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.</p> <p>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки</p>	экзамен

					<p>работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.</p> <p>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.</p> <p>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.</p> <p>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.</p> <p>0 баллов: Работа не сдана на проверку.</p>		
6	6	Текущий контроль	Контрольная работа №5 Сушильные установки	3	5	<p>Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.</p> <p>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено</p>	экзамен

					<p>полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.</p> <p>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.</p> <p>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.</p> <p>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.</p> <p>0 баллов: Работа не сдана на проверку.</p>		
7	6	Текущий контроль	Контрольная работа №6 Перегонные и ректификационные установки	3	5	<p>Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.</p>	экзамен

					<p>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.</p> <p>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.</p> <p>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.</p> <p>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.</p> <p>0 баллов: Работа не сдана на проверку.</p>		
8	6	Курсовая работа/проект	Курсовой проект	-	10	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Показатели оценивания:</p> <p>– Качество пояснительной записки:</p> <p>5 баллов: пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; все предусмотренные заданием расчеты, подлежащие разработке, выполнены без ошибок, замечаний к оформлению нет;</p> <p>4 балла: уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, некоторые</p>	курсовые проекты



					<p>практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все расчеты, подлежащие разработке, выполнены, некоторые из выполненных расчетов содержат незначительные ошибки;</p> <p>3 балла: уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками;</p> <p>2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения расчетов;</p> <p>1 балл: необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные заданием расчеты не выполнены;</p> <p>0 баллов: задание не сдано на проверку.</p> <p>– Качество чертежа:</p> <p>2 балла: чертеж без ошибок, уровень выполнения отвечает всем требованиям;</p> <p>1 балл: уровень выполнения чертежа отвечает большинству основных требований, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, чертеж выполнен с ошибками;</p> <p>0 баллов: чертеж не сдан на проверку.</p> <p>– Защита курсового проекта:</p> <p>3 балла: при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы;</p> <p>2 балла: при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования,</p>
--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

						вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы; 1 балл: при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы; 0 баллов: при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.	
9	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	4	<p>Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>4 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Материал вопроса изложен полностью и получены правильны ответы на дополнительные вопросы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания</p>	экзамен

					<p>выполнены.</p> <p>3 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Нет правильных ответов на все дополнительные вопросы, но материал изложен верно.</p> <p>2 балла: Недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Нет правильного ответа на вопрос из билета, но на дополнительные вопросы ответ верный.</p> <p>1 балл: Ответ, представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p>0 баллов: Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. Студент отказывается отвечать на вопрос.</p>	
--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в устной форме. Студент получает билет с двумя вопросами. На подготовку к ответам на вопросы билета дается 30 минут. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по другим темам. Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	
курсовые проекты	Техническое задание выдается в первую неделю семестра. Перед защитой за неделю работа сдается на проверку. На защиту студент предоставляет: 1. Пояснительную записку в отпечатанном виде. 2. Чертеж со всеми необходимыми видами и разрезами на формате А1. На защите студент кратко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	В соответствии с п. 2.7 Положения
зачет	Зачет проводится в устной форме. Студент получает билет с двумя вопросами. На подготовку к ответам на вопросы билета дается 30 минут. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Студенту могут быть заданы вопросы по другим темам. Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-2	Знает: виды теплообменников.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: рассчитывать температурный напор. рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей.	+	+	+						++
ПК-2	Имеет практический опыт: конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи;	+	+	+	+	+				++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Бакластов, А. М. Промышленные теплообменные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с.
2. Теплоэнергетика и теплотехника Текст Кн. 4 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов и др. справочник : в 4 кн. Б. Г.

Борисов и др.; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 630 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Бажан, П. И. Справочник по теплообменным аппаратам Текст. - М.: Машиностроение, 1989. - 366 с. ил.
2. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменников Учеб. пособие по спец."Пром. теплоэнергетика". - М.: Энергоиздат, 1981. - 336 с. ил.
3. Лебедев, П. Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий Курсовое проектирование: Учеб. пособие для энергет. вузов П. Д. Лебедев, А. А. Щукин. - М.: Энергия, 1970. - 408 с. ил., 1 отд. л. прил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. "Промышленная энергетика" подшивка за 2017-2020 гг.
2. "Теплоэнергетика" подшивка за 2017-2020 гг.

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Шашкин, В.Ю. Расчет регенеративных теплообменных аппаратов: учебное пособие / В.Ю. Шашкин, Е.В. Торопов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 40 с.
2. Шашкин, В.Ю. Теплообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Шашкин, В.Ю. Расчет регенеративных теплообменных аппаратов: учебное пособие / В.Ю. Шашкин, Е.В. Торопов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 40 с.
2. Шашкин, В.Ю. Теплообменное оборудование промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. / В.Ю. Шашкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

## **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. АBBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -Техэксперт(04.02.2024)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	272a (1)	Компьютерная техника, проекционное оборудование, доска, мел.
Лекции	277 (1)	Компьютер, проекционное оборудование, доска, мел.
Лабораторные занятия	259a (1)	Типовой комплект оборудования для лабораторных работ «Теплотехника и термодинамика» - 1 шт.; Установка для изучения теплообмена «труба в трубе» - 1 шт.; Рабочая станция - 1 шт.; Компьютеры - 5 шт.; Устройства: МФУ HP - 1 шт., сканер HP - 1 шт., принтер HP - 1 шт.