



УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ
 П.В.Луканин
 2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02
 (индекс дисциплины)

Тепло и массообменное оборудование в биоэнергетике
 (Наименование дисциплины)

Кафедра **24** Промышленной теплоэнергетики
 Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки: Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		144
	Аудиторные занятия	56		16
	Лекции	28		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		8
	Самостоятельная работа	88		124
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	1		1
	Контрольная работа			1
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4
Семестр		1		1

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:



Смирнова В.Г.

(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области расчета и проектирования тепломассообменного оборудования, его конструкции и эксплуатацию при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть различные типы теплообменного оборудования автономных энергетических установок
- Раскрыть принципы конструктивного и поверочного расчетов тепломассообменного оборудования
- обеспечение надежной и экономичной работы теплообменного оборудования

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
ПК-3	Способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) законы и основные физико-математические модели переноса теплоты применительно к современным методам исследования и оценки работы теплотехнических и теплотехнологических установок и систем; 2) проблемы реконструкции и модернизации энергетического оборудования объектов и сооружений теплоэнергетики; Уметь: 1) планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы; - применять современные методы исследования; 2) проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; 3) рассчитывать передаваемые тепловые потоки с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты. Владеть: 1) основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования; 2) разработкой методик и организаций проведения экспериментов и испытаний, анализом их результатов; 3) обеспечением бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;		
ПК-5	Способность к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах	2

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать: проблемы и задачи энерго- и ресурсосбережения; передовые методы передачи и потребления энергии и энергосберегающее оборудование; методы проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов; типовые энергосберегающие мероприятия в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии</p> <p>Уметь: оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий</p> <p>Владеть: методиками составления и углубленного анализа энергетических балансов аппаратов, технологических установок, промышленных предприятий и коммунальных потребителей</p>		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Повышение энергетической эффективности теплообменных процессов и установок (ПК-3)
- Новые методы интенсификации конвективного теплообмена (ПК-3)
- Расчет и проектирование теплообменных установок (ПК-3)
- Теплообменные процессы сушки и сушильные установки (ПК-3)
- Теплообменные процессы выпарки и выпарные установки (ПК-3)
- Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии (ПК-5)
- Эволюция развития теплообменного оборудования (ПК-5)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Процессы теплообмена в теплообменном оборудовании			
Тема 1. Классификации теплообменных аппаратов. Теплоносители и их свойства. Расчётные уравнения теплообмена.	16		17
Тема 2. Способы повышения энергетической эффективности теплообменного оборудования и интенсификации теплообмена.	16		17
Текущий контроль 1 (тестирование)	1		
Учебный модуль 2. Конструкции теплообменных аппаратов			
Тема 3. Паро – и газожидкостные теплообменные аппараты. Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы. Трубчатые теплообменники. Спиральные теплообменники. Пластинчатые теплообменники.	16		17
Тема 4. Жидкостно-жидкостные теплообменные аппараты Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы. Особенности сборки. Сферы применения. Трубчатые, спиральные, пластинчатые поверхности нагрева. Наиболее распространённые теплоносители.	17		17
Тема 5. Газо-газовые и смесительные теплообменные аппараты Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы. Трубчатые и пластинчатые поверхности нагрева Сферы применения. Способы изготовления. Свойства теплоносителей. . Регенеративные и рекуперативные конструкции (преимущества и недостатки). Проблемы эксплуатации. Теплообмен при фазовом переходе. Смесительные теплообменные аппараты. Сферы применения.	17		18
Текущий контроль 2 (тестирование)	1		
Учебный модуль 3. Расчет теплообменных аппаратов.			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 6. Тепловой, конструктивный и гидравлический (аэродинамический) расчёты теплообменника.	17		18
Тема 7. Расчёт на прочность. Поверочный расчёт.	17		18
Тема 8. Особенности теплообмена и расчётов смесительных теплообменных аппаратов.	17		18
Текущий контроль 3 (тестирование)	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	8		4
ВСЕГО:	144		144

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	1	2			1	1
2	1	4			1	1
3	1	2			1	1
4	1	4			1	1
5	1	4			1	1
6	1	4			1	1
7	1	4			1	1
8	1	4			1	1
ВСЕГО:		28				8

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1,2	Процессы теплообмена в теплообменном оборудовании	1	2				
3	Паро – и газожидкостные теплообменные аппараты.	1	2				
4	Жидкостно-жидкостные теплообменные аппараты	1	2				
5	Газо-газовые и смесительные теплообменные аппараты	1	2				
6	Расчёт парожидкостных аппаратов.	1	4			1	2
6	Расчёт газо-жидкостных аппаратов.	1	4				
6	Расчёт водо-водяных аппаратов.	1	4			1	2
8	Расчёт смесительных аппаратов.	1	4			1	2
7	Расчёт на прочность теплообменников.	1	4			1	2
ВСЕГО:			28				8

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Тестирование	1	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Подготовка к лекционным занятиям	1	40			1	62
Подготовка к практическим занятиям	1	40			1	62
Подготовка к зачету	1	8			1	4
ВСЕГО:		88				128

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические и семинарские занятия	Дискуссия, работа в группах	28		8
ВСЕГО:		28		8

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Епифанов В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Епифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2013.— 41 с, Режим доступа - IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/46860>

б) дополнительная учебная литература

1. Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС: учебное пособие/ В.А. Суслов, В.Н. Белоусов, С.В. Антуфьев, Е.Н. Громова, А.Н. Кузнецов, В.А. Кучмин, С.Н. Смородин. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 83 с: ил. 6,

Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2015.
2. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2014.
3. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть I. Топливо – СПб: СПбГТУРП, 2013. 85 с.
4. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть II. Теория горения – СПб: СПбГТУРП, 2013. 141 с.
5. Мовсесян В.Л., Мурзич А.Ф., Иванов А.Н. Профильно-пластинчатые теплообменники - СПб: СПбГТУРП, 2002

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru/> IPRbooks
2. <http://nizgr.narod.ru> Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. AutoDesk AutoCad 2015

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом, видеопроектор с экраном
2. Учебная лаборатория Теплообменного оборудования, 3 лабораторных установки
3. Компьютерный класс
4. Лаборатория теплоснабжения

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, демонстрационные плакаты, образцы оборудования, образцы поверхностей нагрева, модели.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями, задачам, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. <p>Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся овладевают навыками проведения теплотехнических расчётов, навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов.</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	При подготовке к зачету необходимо ознакомиться перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3 (2)	<p>Понимает законы и основные физико-математические модели переноса теплоты применительно к современным методам исследования и оценки работы теплотехнических и теплотехнологических установок и систем, проблемы реконструкции и модернизации энергетического оборудования объектов и сооружений теплоэнергетики.</p> <p>Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, применять современные методы исследования, проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, рассчитывать передаваемые тепловые потоки с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты.</p> <p>Демонстрирует навыки владения основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования, разработкой методик и организаций проведения экспериментов и испытаний, анализом их результатов, обеспечением бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;</p>	Вопросы для устного собеседования, практические задания,	Перечень вопросов для зачета (21 вопрос); практические задания(20 задач);
ПК-5 (2)	Понимает проблемы и задачи энерго-и ресурсосбережения, передовые методы передачи и потребления энергии, методы	Вопросы для устного собеседования,	Перечень вопросов для зачета (21

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	<p>проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов, типовые энергосберегающие мероприятия в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии</p> <p>Способен оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий</p> <p>Использует методики составления и углубленного анализа энергетических балансов аппаратов, технологических установок, промышленных предприятий и коммунальных потребителей</p>	практические задания,	вопрос); практические задания(20 задач);

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

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

10.2.1. Перечень вопросов для экзамена, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для экзамена	№ темы
1	Классификация теплообменных аппаратов.	1
2	Теплоносители и их физические свойства.	1
3	Выбор скоростей теплоносителей.	1
4	Основы теплового расчета.	6
5	Основы конструктивного расчета	6
6	Основы гидравлического расчета.	6
7	Методы оценки эффективности поверхностей нагрева.	2
8	Способы повышения тепловой эффективности теплообменных аппаратов.	2
9	Назначение, конструкция парожидкостного аппарата жёсткой конструкции.	3
10	Назначение, конструкция парожидкостного подогревателя сетевой воды.	3
11	Назначение, конструкция парожидкостного подогревателя с 'U' - образными трубками.	3
12	Назначение, конструкция и тепловой расчет парожидкостного подогревателя высокого давления со спиральными трубками.	3
13	Назначение, конструкция водоводяного секционного подогревателя.	4
14	Назначение, конструкция водоводяного подогревателя типа «труба в трубе».	4

15	Назначение, конструкция жидкостно-жидкостного спирального теплообменника	4
16	Назначение, конструкция жидкостно-жидкостного пластинчатого теплообменника	4
17	Поверочный расчет жидкостно-жидкостного теплообменного аппарата.	7
18	Назначение, конструкция и тепловой расчет калориферов, воздухоохладителя.	5,6
19	Назначение и основные конструкции смесительных теплообменных аппаратов.	8
20	Проблемы эксплуатации теплообменных аппаратов.	2
21	Расчёт на прочность.	7

10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Рассчитать средний температурный напор Δt_{cp}</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <p>Давление греющего пара P_n, бар. 11</p> <p>Расход воды G_B, кг/час. 130000</p> <p>Температура воды на входе t_B^{BX}, °C. 76</p> <p>Температура воды на выходе t_B^{BbX}, °C. 150</p> <p>Материал трубок латунь</p> <p>Диаметры трубок d_H/d_{BH} 16/14</p>	<p>Определяем расход греющего пара по таблице водяного пара $t_H=184^\circ C$</p> <p>Вычисляем средний температурный напор $\Delta t_{cp} = (t_B^{BbX} - t_B^{BX}) / \ln[(t_H - t_B^{BbX}) / (t_H - t_B^{BX})] = (150 - 76) / \ln[(184 - 76) / (184 - 150)] = 64^\circ C$</p>
2	<p>Рассчитать расход греющего пара D_n</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <p>Давление греющего пара P_n, бар. 9</p> <p>Расход воды G_B, кг/час. 110000</p> <p>Температура воды на входе t_B^{BX}, °C. 72</p> <p>Температура воды на выходе t_B^{BbX}, °C. 142</p> <p>Материал трубок медь</p> <p>Диаметры трубок d_H/d_{BH} 16/14</p>	<p>Составляем уравнение теплового баланса $D_n = (i_n - i_k) \eta = t_B (t_B^{BbX} - t_B^{BX})$</p> <p>По таблицам водяного пара определяем скрытую теплоту парообразования $r = i_n - i_k = 2033,13 \text{ кДж/кг}$</p> <p>Вычисляем расход греющего пара $D_n = G_B (t_B^{BbX} - t_B^{BX}) / (i_n - i_k) \eta = [110000 * 2648 (142 - 72)] / (3600 * 2033,13 * 0,88) = 2,84 \text{ кг/с}$</p>

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

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.