

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.05 Тепломассообменное оборудование  
промышленных предприятий

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

13.03.01.03 Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. физ.-мат. наук, доцент, Истягина Е.Б.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов, знающих тепломассообменное оборудование, конструкции современных аппаратов и установок, владеющих методами расчета теплообмена, знакомых с типовыми производственными проблемами, возникающими в процессе эксплуатации промышленного оборудования и готовых оценивать экономические показатели его функционирования.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины: ознакомиться с конструкциями аппаратов, схемами и принципами работы. Освоить методику теплового расчета и конструирования тепломассообменного оборудования, научиться ориентироваться в справочной и технической литературе. Освоить способы утилизации вторичных энергоресурсов. Изучить методы оптимизации режима работы оборудования, как с точки зрения технико-экономических задач, так и его экологического совершенства

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4: готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД</b>	
ПК-4.1: Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	знает нормативные требования по ресурсосбережению адаптировать нормативные требования к реальным установкам знаниями технологических схем основного теплового оборудования
ПК-4.2: Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	критерии энергоэффективности работы теплового оборудования рассчитывать технологические схемы теплового оборудования знаниями по созданию энергоэффективного оборудования

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=29925>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,5 (90)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Да	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
				Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Раздел 1. Теплообменные аппараты</b>											
		1. Введение. История развития теплового оборудования. Особенности использования. Значение в сфере формирования экологически совершенных и энергосберегающих производств. Теплообменные аппараты.		6							
		2. Теплообменные аппараты						3			
		3. Расчет теплообменных аппаратов				10					

<p>4. Способы передачи теплоты в теплообменных аппаратах. Виды теплообмена и их основные расчетные зависимости. Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. Температурный напор. Уравнения теплового баланса. Гидравлический, механический расчеты. Основы массообмена и уравнения расхода. Способы повышения тепловой эффективности аппаратов. Регенеративные теплообменные аппараты. Смесительные аппараты. Процессы смешения в I-d диаграмме. Графо-аналитический метод расчета скруббера. Тепловые трубы. Методы сопоставления тепловой и энергетической эффективности теплообменных аппаратов.</p>	2							
2.								
<b>3. Раздел 2. Выпарные установки</b>								
<p>1. Основы процесса выпаривания. Классификация систем и аппаратурно-технологические схемы выпаривания. Одноступенчатое выпаривание. Многоступенчатые выпарные установки. Эксплуатационные особенности схем МВУ. Температурная, гидравлическая, гидростатическая депрессии. Распределение полезной разности температур по корпусам. Физико-химические свойства растворов и основные характеристики процесса выпаривания.</p>	4							

2. Основные конструкции выпарных аппаратов. Конструкции и принцип работы выпарных аппаратов. Специфика конструкций аппаратов для различных целей применения. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.	2							
3. Выпарные установки					3			
4. Расчет выпарного аппарата			4					
<b>4. Раздел 3. Сушильные установки</b>								
1. Классификация влажных материалов. Физические параметры сушильных агентов. Различные виды связи влаги с материалами. Динамика процессов сушки. Внутренняя теплопроводность в процессах сушки.	4							
2. Конвективный, радиационный, контактный теплообмен. Связь между тепло- и влагообменом.	2							
3. Кинетика процессов сушки. Аналитическое описание кривых сушки и термограммы. Интенсификация теплообмена. Продолжительность сушки. Технологические схемы сушильных установок. Построение процессов в I-d диаграмме. Тепловой расчет теоретической и реальной сушилок.	2							
4. Сушильные установки					4			
5. Расчет сушильной установки			6					
<b>5. Раздел 4. Перегонные и ректификационные установки</b>								

1. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей. Материальный и тепловой расчет установки. Конструкции и принцип действия перегонных установок. Диаграммы равновесия. Азеотропные смеси. Дистилляция. Дистилляционные установки непрерывного и периодического действия. Классификация ректификационных установок. Флегмовое число. Построение рабочих линий колонны, определение теоретического числа тарелок. Тепловой баланс колонны.	4							
2. Перегонные и ректификационные установки					4			
3. Расчет ректификационных процессов			4					
<b>6. Раздел 5. Абсорбционные и адсорбционные установки</b>								
1. Процессы сорбции. Физико-химические основы процесса. Закон Генри. Классификация абсорбционных установок. Технологические схемы. Принципы построения кривых равновесия и рабочих линий. Материальный баланс, тепловой, гидравлический, конструктивный расчеты. Термическая деаэрация. Адсорбция.	4							
2. Расчет процессов абсорбции			4					
<b>7. Раздел 6. Холодильные установки</b>								
1. Хладагенты. Классификация холодильных установок. Изображение процессов в T-S, lgP - I диаграммах. Холодильный коэффициент. Принципиальные схемы холодильных установок. Тепловой расчет холодильных установок. Двухступенчатые установки. Трансформаторы тепла и тепловые насосы.	4							

2. Холодильные установки					4			
3. Построение холодильного цикла			6					
<b>8. Раздел 7. Вспомогательное оборудование</b>								
1. Основы расчета и подбора стандартного оборудования, вспомогательное оборудование. Насосы, вентиляторы, конденсаторы конденсатоотводчики, маслоотделители, пылеочистительные устройства, циклоны, брызгоуловители. Дробилки и мельницы.	2							
2. Знакомство с вспомогательным оборудованием			2					
3. самостоятельное изучение теоретического курса							90	
Всего	36		36		18		90	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Лебедев П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. Теплообменные и холодильные установки: учебник для вузов(Москва: Энергия).
2. Лебедев П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки: учебник для энерг. вузов и фак-ов(Ленинград: Энергия).
3. Борисов Г. С., Брыков В. П., Дытнерский Ю. И., Каган С. З., Ковалев Ю. Н., Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию: учебное пособие для вузов (Москва: Альянс).
4. Бакластов А. М., Бродянский В. М., Голубев Б. П., Голубков Б. Н., Григорьев В. А., Зорин В. М. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник(Москва: Энергоатомиздат).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. 1. Операционная система Windows (7 версии и выше).
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office – для создания и демонстрации презентаций по теоретическому курсу.
- 3.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Информационные технологии: лекции – мультимедийная форма; проведение лабораторных и практических занятий с использованием лабораторных стендов приборов и инструментов, виртуальных лабораторных и практических работ.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория с интерактивной доской. Лабораторные стенды