

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.06.2022 08:53:33  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени А.А. ЕЖЕВСКОГО**

Энергетический факультет  
Кафедра энергообеспечения и теплотехники

Утверждаю  
Декан факультета



«26» марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
«Тепломассообменное оборудование предприятий»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

(уровень бакалавриата)

Форма обучения: очная / заочная  
4 курс 8 семестр / 4 курс

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавров, знающих конструкции и особенности работы основных типов теплообменного оборудования, а также выработка у них практических навыков расчета и выбора теплообменного оборудования.

Основные задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с теплообменными аппаратами и установками;
- ознакомление с физико-химическими процессами, происходящими в аппаратах и установках, с методами оптимизации этих процессов, позволяющими уменьшить расход теплоты, необходимый для их протекания;
- ознакомление с вопросами рационального выбора и проектирования типов и схем теплоиспользующего оборудования.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теплообменное оборудование предприятий» находится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается в 8 семестре.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	Способен проводить эксперименты по заданной методике, обработку и анализ полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Проводит анализ и обработку научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников	<b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. <b>уметь:</b> рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые

		<p>тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Выполняет эксперименты по заданной методике, обработку и анализ результатов исследований	<p><b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b> рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Выполняет измерения и наблюдения, составляет описания проводимых исследований	<p><b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b> рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Составляет	<b>знать:</b> законы и основные физико-

		отчеты и представляет результаты выполненной работы	<p>математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b> рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепло-массообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
<b>ПК-10</b>	Готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>ИД-1<sub>ПК-10</sub> Демонстрирует знание по освоению и доводке технологических процессов</p> <p>ИД-2<sub>ПК-10</sub> Участвует в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции</p>	<p><b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b> рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепло-массообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> <p><b>знать:</b> законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p><b>уметь:</b> рассчитывать температур-</p>

		<p>ные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p><b>владеть:</b> основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
--	--	--

#### **4 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

**5 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. – 144 часа

**5.1 Объем дисциплины и виды учебной работы:**

**5.1.1 Очная форма обучения: семестр – 8, вид отчетности – экзамен (8 семестр)**

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	8 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
в том числе:		
Лекции (Л)	18	18
Семинарские занятия (СЗ)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Курсовой проект (КП) <sup>1</sup>	-	-
Курсовая работа (КР) <sup>2</sup>	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	20	20
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	-	-
Самостоятельное изучение разделов	34	34
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	18	18
Подготовка и сдача экзамена <sup>2</sup>	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка и сдача зачета	-	-

**5.1.2 Заочная форма обучения: курс – 4, вид отчетности 4 курс – экзамен**

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	4 курс
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
в том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Семинарские занятия (СЗ)	6	6

<sup>1</sup> На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

<sup>2</sup> На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Курсовой проект (КП) <sup>3</sup>	-	-
Курсовая работа (КР) <sup>4</sup>	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	20	20
Самостоятельное изучение разделов	60	60
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	10	10
Подготовка и сдача экзамена <sup>2</sup>	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка и сдача зачета	-	-

## 5.2 Практическая подготовка при реализации дисциплины

Изучение дисциплины предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### 5.2.1 Очная форма обучения

Семестр	Вид учебной деятельности	Количество часов
8	лекция	
	лабораторное занятие	4
	практическое занятие	6
	самостоятельная работа	
<b>ИТОГО</b>		<b>10</b>

### 5.2.2 Заочная форма обучения

Курс	Вид учебной деятельности	Количество часов
4	лекция	
	лабораторное занятие	4
	практическое занятие	4
	самостоятельная работа	
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>

<sup>3</sup> На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

<sup>4</sup> На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

## 6 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий:

### 6.1.1 ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	Лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
<b>8 семестр</b>						
1	Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплоносители, их свойства и характеристики.	2	2		9	Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, отчет по лабораторной работе  Экзамен
2	Рекуперативные теплообменники. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные, с оребренными трубами, пластинчатые. Виды расчета теплообменников: тепловой, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Методы интенсификации теплообмена. Расчет теплообменников с фазовыми переходами.	2	1	2	9	
3	Регенеративные теплообменники. Область применения, преимущества и недостатки. Конструкции и принцип действия теплообменников с подвижной и неподвижной насадками. Изменение температур в насадке.	2	2		9	
4	Смесительные теплообменники. Области применения и конструкции. Газожидкостные и жидкостно-жидкостные теплообменники. Полые, насадочные, пенные скрубберы, скрубберы Вентуры. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры кондиционеров. Градирни. Деаэраторы. Расчет смесительных теплообменников.	2	1		9	
5	Испарительные, опреснительные выпарные и кристаллизационные установки. Принцип действия, основные конструкции аппаратов. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и	2		2	9	

	кристаллизации. Свойства растворов. Основы теплового расчета.					
6	Перегонные и ректификационные установки. Конструкция и принцип действия установок. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Перегонные и ректификационные установки. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей. Основы кинетики массообмена. Флегмовое число. Рабочие линии ректификационной колонны. Определение числа тарелок в колонне.	2	2		9	
7	Абсорбционные и адсорбционные установки. Физическая сущность процессов абсорбции и адсорбции. Изотерма абсорбции. Принципиальные схемы установок. Материальный и тепловой баланс абсорбера.	2	2		9	
8	Сушильные установки. Понятия о процессах сушки, формы связи влаги с материалом. Сушильные агенты. Основы кинетики и динамики сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Методы расчета времени сушки в первом и втором периодах. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. H-d диаграмма влажного воздуха. Построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.	4		4	9	
	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>72</b>	

### 6.1.2 Заочная форма обучения:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
<b>4 курс</b>						
1	Основные виды и классификация теплообменного оборудования.	1	1		11	Контрольные

	Теплоносители, их свойства и характеристики.					вопросы, опрос, тесты, решение задач, выполнение контрольной работы, отчет по лабораторной работе  Экзамен
2	Рекуперативные теплообменники. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные, с оребренными трубами, пластинчатые. Виды расчета теплообменников: тепловой, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Методы интенсификации теплообмена. Расчет теплообменников с фазовыми переходами.	1	1	2	12	
3	Регенеративные теплообменники. Область применения, преимущества и недостатки. Конструкции и принцип действия теплообменников с подвижной и неподвижной насадками. Изменение температур в насадке.	0,5	1		11	
4	Смесительные теплообменники. Области применения и конструкции. Газожидкостные и жидкостно-жидкостные теплообменники. Полые, насадочные, пенные скрубберы, скрубберы Вентуры. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры кондиционеров. Градирни. Деаэраторы. Расчет смесительных теплообменников.	0,5	1		11	
5	Испарительные, опреснительные выпарные и кристаллизационные установки. Принцип действия, основные конструкции аппаратов. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Свойства растворов. Основы теплового расчета.	0,5		2	11	
6	Перегонные и ректификационные установки. Конструкция и принцип действия установок. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Перегонные и ректификационные установки. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей. Основы кинетики массообмена. Флегмовое число. Рабочие линии ректификационной колонны. Определение числа тарелок в колонне.	1	1		11	
7	Абсорбционные и адсорбционные установки. Физическая сущность процессов абсорбции и адсорбции. Изотерма абсорбции. Принципиальные	0,5	1		11	

	схемы установок. Материальный и тепловой баланс абсорбера.					
8	Сушильные установки. Понятия о процессах сушки, формы связи влаги с материалом. Сушильные агенты. Основы кинетики и динамики сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Методы расчета времени сушки в первом и втором периодах. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. h-d диаграмма влажного воздуха. Построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа.	1		2	12	
	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>5</sup>:

#### 7.1.1 Основная литература:

1. Остриков А.Н. Расчет и проектирование теплообменников [Текст]: учебник для студ. вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж, 2011. – 444 с. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/195817>.

2. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: учебник: в 2 книгах / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; под редакцией В.Г. Айнштейна. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Книга 2: Книга 2 – 2019. – 876 с. – ISBN 978-5-8114-2975-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111194>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Баранов Д.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Д.А. Баранов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 408 с. – ISBN 978-5-8114-2295-1. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/98234>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Федчишин В.В. Тепломассообменное оборудование предприятий [Электронный ресурс]: лаб. практикум: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»: допущено Учеб.-метод. об-нием / В. В. Федчишин, Э. А. Таиров, В. Д. Очиров; Иркут. гос. с.-х. акад., Иркут. гос. техн. ун-т (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые дан. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2015. – 1 эл. опт. диск.

#### 7.1.2 Дополнительная литература:

1. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов: учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терехина. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 440 с. – ISBN 978-5-8114-3143-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная

<sup>5</sup>В рабочие программы вносятся литература из электронного каталога книгообеспеченности по ОП

система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109507>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Таиров Э.А. Тепломассообменное оборудование предприятий. Расчет трехкорпусной выпарной установки [Текст]: учеб. пособие по курсовому проектированию / Э.А. Таиров; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 86 с. (23).

3. Таиров Э.А. Тепломассообменное оборудование предприятий [Электронный ресурс]: метод. указ. и контрольные задания для студентов высш. аграр. учеб. заведений / Э.А. Таиров; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского. – Электрон. текстовые дан. – Иркутск: Изд-во ИрГАУ им. А.А. Ежевского, 2015. – 1 эл. опт. диск.

## 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://techlibrary.ru/> – техническая библиотека.
2. <http://www.tehlit.ru/> – ТехЛит.ру – крупнейшая библиотека нормативно-технической литературы.
3. <http://minenergo.gov.ru> – министерство энергетики РФ.
4. <https://teplolib.ucoz.ru/> – библиотека теплоэнергетика.
5. <http://teplokot.ru/> – сайт теплотехника. Большая техническая библиотека.

## 7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
<b>Лицензионное программное обеспечение</b>		
1	Microsoft Windows 7	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
2	Microsoft Office 2010	
3	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	
<b>Свободно распространяемое программное обеспечение</b>		
1	LibreOffice 6.3.3	
2	Adobe Acrobat Reader	
3	Mozilla Firefox 83.x	
4	Opera 72.x	
5	Google Chrome 86.x.	

## 8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОцесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	Учебная аудитория №139	<i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья – 29 шт., компьютерный стол – 1 шт., стеллаж комбинированный – 1 шт., три-	Для проведения занятий лекционного типа, заня-

		<p>буна – 1 шт.  <i>Технические средства обучения:</i> доска меловая классная трехэлементная – 1 шт.  <i>Учебно-наглядные пособия:</i>  - абсорбционная аммиачная холодильная установка; анализ термодинамических процессов; виды теплообмена (конвекция); конвективный теплообмен; паровая компрессионная холодильная установка; принципиальная схема абсорбционной холодильной установки; принципиальная схема парожеткаторной холодильной установки; схема компрессионного теплового насоса; схема осевого компрессора; схема реактора первой атомной станции АН СССР; виды теплообмена (теплопроводность); теоретический цикл и схема установки (цикл Ренкина); цикл со смешанным подводом теплоты при <math>v = \text{const}</math> и <math>p = \text{const}</math>; циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.  <i>Лабораторное оборудование:</i>  1. Комплексный лабораторный стенд по имитационному моделированию процессов теплообмена:  - изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающее сопло;  - изучение стационарной теплопроводности методом имитационного моделирования;  - исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе методом имитационного моделирования;  - исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования;  - исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании;  - определение коэффициента излучения электропроводящих материалов калориметрическим методом при имитационном моделировании;  - исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена.  2. Лабораторный стенд «Определение теплоемкостей, энтальпий и внутренней энергии воздуха».  3. Лабораторный стенд «Испытание холодильной установки».  4. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления теплоизоляционных материалов методом трубы».  5. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха».  6. Лабораторный стенд «Определение мощности, потерь теплоты и коэффициента излучения между двумя твердыми телами».</p>	<p>тий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>
2	Учебная аудитория № 150	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 16 шт., стол преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 1 шт., стулья – 31 шт., трибуна – 1 шт.  <i>Технические средства обучения:</i> доска маркерная магнитная – 1 шт., мультимедиа проектор Optoma X302 – 1 шт., экран проекционный Classic Solution Lyra E (220*220) – 1 шт., колонки – 1 шт.  <i>Учебно-наглядные пособия:</i></p>	<p>Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ),</p>

		<p>- аэробильная мельница; вертикальный бойлер ЛМЗ; вертикальный котел малой мощности; водоснабжение теплоэлектроцентрали; гидравлические схемы водяных экономайзеров; гидрозолошлакоудаление; горелка для сжигания угольной пыли; паровая форсунка Шухова; головка механической форсунки Калачева; двухбарабанный паровой котел ВВД; двухбарабанный котел КРШ; деаэра-тор; конструктивные схемы слоевых топочных устройств;</p> <p>- механическая топка с наклонно-переталкивающей решеткой; паровой двухжаротрубный котел; паровой котел типа ТП-75-39ф; паровые котлы ДКВ и ДКВР с топкой МПЗ; схема рабочего процесса паросиловой установки; теплообменники; пневматический забрасыватель топлива; подогреватель высокого давления; подогреватель низкого давления; прямоточный котел Рамзина; раздельное гидрозолошлакоудаление; регулирование температуры перегрева пара; рекуперативные теплообменные аппараты;</p> <p>- схема газотурбинной установки с подводом тепла; схема ГТУ с регенератором тепла; схема котельной Иркутского ГАУ с водогрейным котлом; схема котельной ИСХИ; схема котельной установки средней мощности; схема котельной установки малой мощности; схема паротурбинной установки; схема паротурбинной электростанции; схема растопки котла высокого давления с помощью циркуляционного насоса; топка с шурующей планкой; топка скоростного горения ЦКТИ им. И.И. Ползунова системы В.В. Померанцева; топливное хозяйство тепловой электрической станции; процессы горения; хвостовые поверхности котла ТП-230-Г; циркуляционно-вихревая топка системы Шершнева; чугунный экономайзер; шахтно-мельничная топка; шахтно-цепная решетка для торфа.</p> <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <p>- установка для изучения эффекта Джоуля-Томсона;</p> <p>- установка для проверки закона Шарля – определение тепловых потерь в калориметре;</p> <p>- установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе;</p> <p>- установка для исследования теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости;</p> <p>- установка для определения тепловых свойств твердых тел методом регулярного режима;</p> <p>- установка для изучения процессов во влажном воздухе;</p> <p>- установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменение энтропии при охлаждении жидкого олова.</p>	<p>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>
3	<p>Учебная аудитория № 245</p>	<p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 5 шт., стол преподавателя – 5 шт., стулья – 16 шт., стеллаж комбинированный – 1 шт., шкаф закрытый – 4 шт., стол компьютерный – 2 шт.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i> ноутбук ASUS P55VA – 1 шт., системный блок – 3 шт., монитор – 2 шт., принтер – 1 шт.</p> <p><i>Лабораторное оборудование:</i> пирометр Testo 835-T2 (высокотемпературный) – 2 шт., тепловизор Testo 875-2i – 2 шт.</p>	<p>Для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>
4	<p>Котельная Иркут-</p>	<p>Оборудование для проведения семинарских занятий:</p>	<p>Для проведения</p>

	ского ГАУ	вентилятор ВР 132-30 – 2 шт.; водогрейный котел для сжигания древесных отходов; вытяжка; грязевики; запорная арматура; золоуловитель; деаэрактор; дымовые трубы; дымосос ДМ 11,2/1000; калорифер КЭВ-3,5Н; контрольно-измерительные приборы и автоматика; котел КЕВ-4-14 СО; котел КЕВ-6,5-14 СО – 3 шт.; насос К 45/30а; насос погружной «Гном» – 2 шт.; сетевые насосы; электродвигатель АИР90L4 – 2 шт.; электродвигатель 11/1000 5АМХ160; электродвигатель АИР 55 кВт 1500 об/мин; электрокалорифер ВЭ 15-02 УХЛ4; электроконтактный манометр ЭКМ-IV – 2 шт.; экономайзер.	занятий семинарского типа
5	Аудитория № 144а	<i>Специализированная мебель:</i> стулья – 13 шт. <i>Лабораторное оборудование:</i> установка для предпосевной обработки семян культурных растений ЭС-1; прибор для измерения энергетики семян культурных растений; электродный водонагреватель в разрезе; электросварочный трансформатор; сушильный шкаф с инфракрасными излучателями; котел электрический «РУСНИТ-204»; автоматический слайсер; картофелечистка МОК 300; машина для мойки овощей.	Для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
6	Аудитория 123 (библиотека и читальные залы)	<i>Специализированная мебель:</i> столы и стулья. <i>Технические средства обучения:</i> Зал №1: компьютеры на базе процессора Intel, объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Интернет, доступ к БД, ЭБ, ЭК, Консультант Плюс, электронно-библиотечной системе, электронной информационно-образовательной среде университета – 22 шт. Принтер HP Lazer Jet P 2055, принтер HP Lazer Jet M 1132 MFP, сканер CanoScan LIDE 110 – 2 шт., ксерокс XEVOX – 1 шт., книги на электронных носителях. Зал №2: телевизор Samsung – 1 шт., компьютер – 1 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт., проектор Optoma – 1 шт., экран – 1 шт. Зал №3: компьютеры на базе процессора Intel объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Интернет, доступ к БД, ЭБ, ЭК, Консультант Плюс, электронно-библиотечной системе, электронной информационно-образовательной среде университета – 14 шт., принтер HP Laser Jet P2055, книги.	Для самостоятельной работы студентов

### Рейтинг-план дисциплины

4 курс 8 семестр

Лекции – 18 часов. Лабораторные работы – 8 часов. Практические занятия – 10 часов. Экзамен.

Текущие аттестации: контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, отчет по лабораторной работе.

### Распределение баллов по разделам (модулям) в 8 семестре

Раздел дисциплины	Максимальный балл	Сроки
Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплоносители, их свойства и характеристики. Рекуперативные теплообменники. Основные конструкции: кожухотрубные,	20	3 недели

секционные, с оребренными трубами, пластинчатые. Виды расчета теплообменников: тепловой, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический.		
Регенеративные теплообменники. Область применения, преимущества и недостатки. Смесительные теплообменники. Области применения и конструкции. Газожидкостные и жидкостно-жидкостные теплообменники. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Градирни. Деаэраторы. Расчет смесительных теплообменников. Испарительные, опреснительные выпарные и кристаллизационные установки. Принцип действия, основные конструкции аппаратов. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Свойства растворов. Основы теплового расчета.	20	6 недель
Перегонные и ректификационные установки. Конструкция и принцип действия установок. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Перегонные и ректификационные установки. Абсорбционные и адсорбционные установки. Физическая сущность процессов абсорбции и адсорбции. Принципиальные схемы установок. Сушильные установки. Понятия о процессах сушки, формы связи влаги с материалом. Сушильные агенты. Основы кинетики и динамики сушки. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. <i>H-d</i> диаграмма влажного воздуха.	20	9 недель
Итого	60	
Сумма баллов для допуска к экзамену	от 40	
Итоговый рейтинговый балл	от 0 до 100	

#### Распределение баллов по видам работ

Вид работы	Единица измерения	Премиальные баллы
Активность на семинарском занятии	семестр	0-8
Посещение занятий	семестр	0-5
Внеаудиторная самостоятельная работа	семестр	0-12
Участие в конференциях, конкурсах	одно участие	0-15
Итого		до 40
Экзамен		20-40

#### Определение итоговой оценки по дисциплине

По результатам работы в семестре студент может получить автоматически экзамен при условии, если он набрал более 50 баллов. Если студент набрал менее 40 баллов, то он не допускается к экзамену. Неудачившим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неудачиваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
меньше 50	неудовлетворительно
51-70	удовлетворительно
71-90	хорошо
91-100	отлично

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом направления подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль Энергообеспечение предприятий

Программу составил:



Очиров Вадим Дансарунович

Программа одобрена на заседании  
кафедры энергообеспечения и теплотехники  
Протокол № 7 от «26» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой:



Очиров Вадим Дансарунович

**Согласовано:**

Директор центра информационных технологий

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Директор библиотеки

\_\_\_\_\_ М.З. Ерохина

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.