

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 _{ПК-4} Проводит анализ и обработку научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников | знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам. уметь: 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>владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-2 _{ПК-4} Выполняет эксперименты по заданной методике, обработку и анализ результатов исследований | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь: 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>владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-3 _{ПК-4} Выполняет измерения и наблюдения, составляет описания проводимых исследований | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь: 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>владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-4 _{ПК-4} Составляет | знать: 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>уметь: 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>владеть: основами расчета процессов тепло-массообмена в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| ПК-10 | Готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов | ИД-1 _{ПК-10} Демонстрирует знание по освоению и доводке технологических процессов | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь: 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>владеть: основами расчета процессов тепло-массообмена в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-2 _{ПК-10} Участвует в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь: 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 тепло-массообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p>владеть: 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 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144/4 | 144/4 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 36 | 36 |
| в том числе: | | |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Семинарские занятия (СЗ) | 10 | 10 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа: | 72 | 72 |
| Курсовой проект (КП) ¹ | - | - |
| Курсовая работа (КР) ² | - | - |
| 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 ² | 36 | 36 |
| 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 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144/4 | 144/4 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 18 | 18 |
| в том числе: | | |
| Лекции (Л) | 6 | 6 |
| Семинарские занятия (СЗ) | 6 | 6 |

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

² На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Лабораторные работы (ЛР) | 6 | 6 |
| Самостоятельная работа: | 90 | 90 |
| Курсовой проект (КП) ³ | - | - |
| Курсовая работа (КР) ⁴ | - | - |
| 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 ² | 36 | 36 |
| 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 | |
| ИТОГО | | 10 |

5.2.2 Заочная форма обучения

| Курс | Вид учебной деятельности | Количество часов |
|--------------|--------------------------|------------------|
| 4 | лекция | |
| | лабораторное занятие | 4 |
| | практическое занятие | 4 |
| | самостоятельная работа | |
| ИТОГО | | 8 |

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

⁴ 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 |
| 8 семестр | | | | | | |
| 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 | |
| | Экзамен | | | | | 36 |
| | Итого по дисциплине | 18 | 10 | 8 | 72 | |

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 |
| 4 курс | | | | | | |
| 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 | |
| | Экзамен | | | | | 36 |
| | Итого по дисциплине | 6 | 6 | 6 | 90 | |

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины⁵:

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

⁵В 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 |
|--|---|---|
| Лицензионное программное обеспечение | | |
| 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 | |
| Свободно распространяемое программное обеспечение | | |
| 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 $v = \text{const}$ и $p = \text{const}$; 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 | Учебная аудитория № 245 | <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 | Котельная Иркут- | Оборудование для проведения семинарских занятий: | Для проведения |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | 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. Неудачавшим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неудачавемости) 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.