

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.06.2022 08:52:59
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



«24» июля 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
«Тепломассообмен»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

(уровень бакалавриата)

Форма обучения: очная / заочная

2 курс 4 семестр / 2 курс

3 курс 5 семестр / 3 курс

Молодежный 2020

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов с основными физическими моделями переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, методами расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующимися на этих моделях, методами экспериментального изучения процессов тепломассообмена и определения переносных свойств.

Основные задачи освоения дисциплины:

- ознакомление студентов со способами переноса теплоты (массы);
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Тепломассообмен» находится в обязательной части Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

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 |
|-----------------|---|---|---|
| ОПК-3 | Способен продемонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ИД-1 _{опк-3} Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа | 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 тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; - рассчитывать передаваемые тепловые потоки. владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехниче- |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | ского и теплотехнологического оборудования. |
| | | ИД-2 _{ОПК-3} Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 тепловые потоки. <p>владеть: основами расчета процессов теплообмена в элементах теплотехнологического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-3 _{ОПК-3} Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 тепловые потоки. <p>владеть: основами расчета процессов теплообмена в элементах теплотехнологического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-6 _{ОПК-3} Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;</p> <p>- рассчитывать передаваемые тепловые потоки.</p> <p>Владеть: основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p> |
| | | ИД-7 _{ОПК-3} Применяет знания основ тепло-массообмена в теплотехнических расчетах | <p>знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.</p> <p>уметь:</p> <p>- 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;</p> <p>- 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 9 з.е. – 324 часов

5.1 Объем дисциплины и виды учебной работы:

5.1.1. Очная форма обучения: семестр – 4 и 5, вид отчетности – экзамен (4 семестр), экзамен и курсовая работа (5 семестр)

| Вид учебной работы | Объем часов / зачетных единиц | Объем часов / зачетных единиц | Объем часов / зачетных единиц |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | всего | 4 семестр | 5 семестр |
| Общая трудоемкость дисциплины | 324/9 | 180/5 | 144/4 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 140 | 80 | 60 |
| в том числе: | | | |
| Лекции (Л) | 62 | 32 | 30 |
| Семинарские занятия (СЗ) | 48 | 32 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 30 | 16 | 14 |
| Самостоятельная работа: | 112 | 64 | 48 |
| Курсовой проект (КП) ¹ | - | - | - |
| Курсовая работа (КР) ² | 36 | - | 36 |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | - | - | - |
| Реферат (Р) | - | - | - |
| Эссе (Э) | - | - | - |
| Контрольная работа | 10 | 10 | - |
| Самостоятельное изучение разделов | 14 | 14 | - |
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.) | 52 | 40 | 12 |
| Подготовка и сдача экзамена ² | 72 | 36 | 36 |
| Подготовка и сдача зачета | - | - | - |

5.1.2. Заочная форма обучения: курс – 2 и 3, вид отчетности 2 курс – экзамен, 3 курс – экзамен и курсовая работа

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)

| Вид учебной работы | Объем часов / зачетных еди- ниц | Объем часов / зачетных еди- ниц | Объем часов / зачетных еди- ниц |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | всего | 2 курс | 3 курс |
| Общая трудоемкость дисциплины | 324/9 | 108/3 | 216/6 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 40 | 18 | 22 |
| в том числе: | | | |
| Лекции (Л) | 14 | 6 | 8 |
| Семинарские занятия (СЗ) | 12 | 6 | 6 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 14 | 6 | 8 |
| Самостоятельная работа: | 212 | 54 | 158 |
| Курсовой проект (КП) ³ | - | - | - |
| Курсовая работа (КР) ⁴ | 36 | - | 36 |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | - | - | - |
| Реферат (Р) | - | - | - |
| Эссе (Э) | - | - | - |
| Контрольная работа | 10 | 10 | - |
| Самостоятельное изучение разделов | 144 | 34 | 110 |
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.) | 22 | 10 | 12 |
| Подготовка и сдача экзамена ² | 72 | 36 | 36 |
| Подготовка и сдача зачета | - | - | - |

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 самостоятель- ную и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущей, промежуточной аттестации |
|------------------|--|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|
| | | Лекции (Л) | Практические (семинарские) | Лабораторные ра- боты (ЛР) | самост. работа (СРС) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 | Теплопроводность | 12 | 12 | 10 | 22 | Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, |
| 1.1 | Основные положения учения о теплопроводности Температурное поле. | 4 | 4 | 4 | 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)

| | | | | | | |
|-----|---|----|----|---|----|--|
| | Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности | | | | | контрольная работа, отчет по лабораторной работе |
| 1.2 | Теплопроводность при стационарном режиме Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки. Критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты | 4 | 4 | 4 | 7 | |
| 1.3 | Нестационарные процессы теплопроводности Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел | 4 | 4 | 2 | 7 | |
| 2 | Конвективный теплообмен в однородной среде | 20 | 20 | 6 | 42 | |
| 2.1 | Основные положения учения о конвективном теплообмене Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. | 4 | 4 | | 7 | |
| 2.2 | Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов. | 4 | 4 | | 7 | |
| 2.3 | Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое | 4 | 4 | | 7 | |
| 2.4 | Теплоотдача при течении жидкости в трубах Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения | 4 | 4 | 4 | 7 | |

| | | | | | | |
|------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| 2.5 | Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб | 2 | 2 | | 7 | |
| 2.6 | Теплоотдача при свободном движении жидкости Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве | 2 | 2 | 2 | 7 | |
| | Экзамен | | | | | 36 |
| | Итого за 4 семестр | 32 | 32 | 16 | 64 | |
| 5 семестр | | | | | | |
| 3 | Теплообмен при фазовых и химических превращениях | 18 | 8 | 8 | 24 | Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, курсовая работа, отчет по лабораторной работе |
| 3.1 | Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения. | 6 | 4 | 4 | 8 | |
| 3.2 | Теплообмен при конденсации чистого пара Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация. | 6 | 4 | | 8 | |
| 3.3 | Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах Перенос массы при диффузии. Закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача. Аналогия тепло- и массопереноса. Диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. | 6 | | 4 | 8 | |
| 4 | Теплообмен излучением | 12 | 8 | 6 | 24 | |
| 4.1 | Основные законы теплового излучения Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. | 4 | 4 | 2 | 8 | |
| 4.2 | Теплообмен излучением в системе | 4 | 4 | | 8 | |

| | | | | | | |
|-----|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | тел Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей | | | | | |
| 4.3 | Теплообмен в поглощающих и излучающих средах Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен. | 4 | | 4 | 8 | |
| | Экзамен | | | | | 36 |
| | Итого за 5 семестр | 30 | 16 | 14 | 48 | |
| | Итого по дисциплине | 62 | 48 | 30 | 112 | 72 |
| | | | | | | 324 |

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 (семинары) | лабораторные работы (ЛР) | самост. работа (СРС) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 курс | | | | | | |
| 1 | Теплопроводность | 2,5 | 2 | 2 | 18 | Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, контрольная работа, отчет по лабораторной работе Экзамен |
| 1.1 | Основные положения учения о теплопроводности Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности | 1 | | 2 | 6 | |
| 1.2 | Теплопроводность при стационарном режиме Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки. Критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты | 1 | 2 | | 6 | |

| | | | | | | |
|-----|---|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1.3 | Нестационарные процессы теплопроводности Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел | 0,5 | | | 6 | |
| 2 | Конвективный теплообмен в однородной среде | 3,5 | 4 | 4 | 36 | |
| 2.1 | Основные положения учения о конвективном теплообмене Конвективный теплообмен. Уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. | 0,5 | | | 6 | |
| 2.2 | Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена Безразмерные переменные (числа подобия) и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов. | 1 | | 2 | 6 | |
| 2.3 | Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое | | | | 6 | |
| 2.4 | Теплоотдача при течении жидкости в трубах Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения | 1 | 2 | | 6 | |
| 2.5 | Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб | 0,5 | | 2 | 6 | |
| 2.6 | Теплоотдача при свободном движении жидкости Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве | 0,5 | 2 | | 6 | |
| | Экзамен | | | | | 36 |
| | Итого за 2 курс | 6 | 6 | 6 | 54 | |

| 3 курс | | | | | | | |
|---------------|--|---|---|---|----|---|-----------|
| 3 | Теплообмен при фазовых и химических превращениях | 4 | 4 | 4 | | Контрольные вопросы, опрос, тесты, решение задач, выполнение курсовой работы, отчет по лабораторной работе Экзамен | |
| 3.1 | Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения. | 2 | 2 | 2 | 26 | | |
| 3.2 | Теплообмен при конденсации чистого пара Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб. Капельная конденсация. | 1 | | 2 | 26 | | |
| 3.3 | Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах Перенос массы при диффузии. Закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача. Аналогия тепло- и массопереноса. Диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. | 1 | 2 | | 28 | | |
| 4 | Теплообмен излучением | 4 | 2 | 4 | | | |
| 4.1 | Основные законы теплового излучения Природа теплового излучения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. | 1 | | 2 | 26 | | |
| 4.2 | Теплообмен излучением в системе тел Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей | 2 | | 2 | 26 | | |
| 4.3 | Теплообмен в поглощающих и излучающих средах Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Сложный теплообмен. | 1 | 2 | | 26 | | |
| | Экзамен | | | | | | 36 |

| | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | Итого за 3 курс | 8 | 6 | 8 | 158 | |
| | Итого по дисциплине | 14 | 12 | 14 | 212 | 72 |
| | | | | | 324 | |

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

7.1.1 Основная литература:

1. Брюханов О.Н. Тепломассообмен [Текст]: рек. Учеб.-метод. об-нием / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 464 с. (10).
2. Кудинов А.А. Тепломассообмен [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140100 Теплоэнергетика и теплотехника: допущено УМО / А.А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 374 с. (11).
3. Дерюгин В.В. Тепломассообмен: учебное пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-3027-7. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107285>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.2 Дополнительная литература:

1. Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-1132-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93718>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нечаев В.В. Теплопроводность: учебное пособие / В.В. Нечаев, А.А. Тупицын. – Иркутск: ИрГСХА, 2004. – 103 с.
3. Примеры и задачи по тепломассообмену [Текст]: учеб. пособие для вузов по спец. 140101 Тепловые электрические станции, 140104 Промышленная теплоэнергетика и 140105 Энергетика теплотехнологий и для бакалавров и магистров направлений подгот. 140100.62,68 Теплоэнергетика: рек. Сиб. регион. учеб.-метод. об-нием / В.С. Логинов [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011. – 255 с.

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 | |

⁵В рабочие программы вносятся литература из электронного каталога книгообеспеченности по ОП

| 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 | <p><i>Специализированная мебель:</i> столы ученические – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья – 29 шт., компьютерный стол – 1 шт., стеллаж комбинированный – 1 шт., трибуна – 1 шт.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i> доска меловая классная трехэлементная – 1 шт.</p> <p><i>Учебно-наглядные пособия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - абсорбционная аммиачная холодильная установка; анализ термодинамических процессов; виды теплообмена (конвекция); конвективный теплообмен; паровая компрессионная холодильная установка; принципиальная схема абсорбционной холодильной установки; принципиальная схема парожеткторной 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. <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <p>1. Комплексный лабораторный стенд по имитационному моделированию процессов теплообмена:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации |

| | | | |
|---|-------------------------|--|---|
| | | <p>теплообмена.</p> <p>2. Лабораторный стенд «Определение теплоемкостей, энтальпий и внутренней энергии воздуха».</p> <p>3. Лабораторный стенд «Испытание холодильной установки».</p> <p>4. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления теплоизоляционных материалов методом трубы».</p> <p>5. Лабораторный стенд «Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха».</p> <p>6. Лабораторный стенд «Определение мощности, потерь теплоты и коэффициента излучения между двумя твердыми телами».</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.</p> <p><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.</p> <p><i>Учебно-наглядные пособия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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; - 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-І; циркуляционно-вихревая топка системы Шершнева; чугунный экономайзер; шахтно-мельничная топка; шахтно-цепная решетка для торфа. <p><i>Лабораторное оборудование:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - установка для изучения эффекта Джоуля-Томсона; - установка для проверки закона Шарля – определение тепловых потерь в калориметре; | Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе; - установка для исследования теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости; - установка для определения тепловых свойств твёрдых тел методом регулярного режима; - установка для изучения процессов во влажном воздухе; - установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменение энтропии при охлаждении жидкого олова. | |
| 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> | Для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации |
| 4 | Аудитория № 144а | <p><i>Специализированная мебель:</i> стулья – 13 шт.</p> <p><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.</p> | Для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования |
| 5 | Аудитория 123 (библиотека и читальные залы) | <p><i>Специализированная мебель:</i> столы и стулья.</p> <p><i>Технические средства обучения:</i></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Зал №2: телевизор Samsung – 1 шт., компьютер – 1 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт., проектор Optoma – 1 шт., экран – 1 шт.</p> <p>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.</p> | Для самостоятельной работы студентов |

Рейтинг-план дисциплины

2 курс 4 семестр

Лекции – 32 часа. Лабораторные работы – 16 часов. Практические занятия – 32 часа. Экзамен.

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

Распределение баллов по разделам (модулям) в 4 семестре

| Раздел дисциплины | Максимальный балл | Сроки |
|---|-------------------|-----------|
| Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности. | 15 | 3 недели |
| Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарные процессы теплопроводности. | 15 | 7 недели |
| Основные положения учения о конвективном теплообмене. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена. | 15 | 11 недели |
| Теплоотдача при продольном обтекании плоской поверхности. Теплоотдача при течении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании труб и пучков труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости. | 15 | 15 недели |
| 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. Неуспевающим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

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

Рейтинг-план дисциплины

3 курс 5 семестр

Лекции – 30 часов. Лабораторные работы – 14 часов. Практические занятия – 16 часа. Экзамен. Курсовая работа.

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

Распределение баллов по разделам (модулям) в 5 семестре

| Раздел дисциплины | Максимальный балл | Сроки |
|--|-------------------|-----------|
| Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей | 15 | 3 недели |
| Теплообмен при конденсации чистого пара | 15 | 7 недели |
| Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Основные законы теплового излучения | 15 | 11 недели |
| Теплообмен излучением в системе тел. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах | 15 | 15 недели |
| 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. Неуспевающим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) 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 № 11 от «24» июля 2020 г.

Заведующий кафедрой:



Очиров Вадим Дансарунович

Согласовано:

Директор центра информационных технологий

_____ / _____ /

«__» _____ 2020 г.

Директор библиотеки

_____ М.З. Ерохина

«__» _____ 2020 г.