


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»

Кафедра Энергообеспечение в АПК

№7-10/4-20

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМП
 М.Н. Халдеева
16.04. 2021г.

Тепломассообмен рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Энергообеспечение в АПК**
Учебный план b130301_20_12_ТТ(z).plx.plx
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Квалификация **Бакалавр**
Форма обучения **заочная**
Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288
в том числе:
аудиторные занятия 32
самостоятельная работа 245
часов на контроль 9

Виды контроля на курсах:
экзамены 4

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 4 | | Итого | |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
| | уп | рп | | |
| Лекции | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Лабораторные | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Практические | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Консультации | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Контактная работа | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Сам. работа | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Итого | 288 | 288 | 288 | 288 |

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообмен

разработана в соответствии с ФГОС:


Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

утвержденного учёным советом вуза от 18.02.2020 протокол № 38.



Разработчик (и) РПД:

кандидат педагогических наук, доц, Машиев Чингис Геннадьевич 

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергообеспечение в АПК


Протокол от 17.03 2021 г. № 5-1

Срок действия программы: уч.г. 
Зав. кафедрой Филатов А.С. 

Руководитель направления:

 / Машиев Ч.Г.

Зав. профилирующей кафедры

 / Филатов А.С.

Протокол заседания кафедры от 17.03 2021 г. № 5-1

Председатель МК факультета

 / Машиев Ч.Г.

Протокол заседания МК факультета от 17.03 2021 г. № 3

Председатель УМС ФГБОУ ВО Арктический ГИТУ

 / М.И. Хасяева

Протокол заседания УМС от 17.03 2021 г. № 3


Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Гоголева Ирина Васильевна 

26.08.2021 г. №8

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
Энергообеспечение в АПК

Протокол от 28.06.2021 г. № 16

Зав. кафедрой Филатов Александр Семенович 


Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Гоголева Ирина Васильевна 

07.04.2022 г. №4

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Энергообеспечение в АПК

Протокол от 05.04.2022 г. № 20-1

Зав. кафедрой Филатов Александр Семенович 


Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Парникова Татьяна Алексеевна 

19.05.2023 г. №5

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Энергообеспечение в АПК

Протокол от 17.05.2023 г. № 14

И.о. зав. кафедрой Яковлева Валентина Дмитриевна 

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная дисциплина «Тепломассообмен» предназначена для формирования у обучающихся системы компетенций, основанных на усвоении знаний и приобретении умений, необходимых для выполнения расчетов переноса тепла и массы, приобретение навыков по их применению для решения различных задач тепломассообмена.

Задачи дисциплины:

- изучение основных способов передачи теплоты и массы вещества, их закономерности, а так же факторы, влияющие на процессы тепломассообмена;
- изучение методов расчета величин, характеризующих процессы тепломассообмена в твердых телах, а так же в потоках жидкости и газа;
- изучение особенностей теплового расчета различных теплообменных аппаратов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-1 ОПК-4: теоретически обосновывает выбор способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты

Знать:

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты, основные законы технической термодинамики, теории тепломассообмена и гидрогазодинамики |
| Уровень 2 | способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты, законы технической термодинамики, теории тепломассообмена и гидрогазодинамики |
| Уровень 3 | высокоэффективные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты, законы технической термодинамики, теории тепломассообмена и гидрогазодинамики |

Уметь:

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | выбирать способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |
| Уровень 2 | выбирать эффективные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |
| Уровень 3 | выбирать высокоэффективные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |

Владеть:

| | |
|-----------|---|
| Уровень 1 | навыками теоретического обоснования выбора способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |
| Уровень 2 | навыками теоретического обоснования выбора эффективных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |
| Уровень 3 | навыками теоретического обоснования выбора высокоэффективных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты |

ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-2 ОПК-4: выполняет технические расчеты теплового оборудования с применением законов технической термодинамики, теории тепломассообмена и гидравлики

Знать:

| | |
|-----------|---|
| Уровень 1 | методику расчета простейшего теплового оборудования с применением законов технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики |
| Уровень 2 | методику расчета теплового оборудования с применением законов технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики |
| Уровень 3 | методику расчета сложного теплового оборудования с применением законов технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики |

Уметь:

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | применять законы технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики при |
|-----------|--|

| | |
|-----------------|--|
| | расчете простейшего теплового оборудования |
| Уровень 2 | применять законы технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики при расчете теплового оборудования |
| Уровень 3 | применять законы технической термодинамики, теории теплообмена и гидрогазодинамики при расчете сложного теплового оборудования |
| Владеть: | |
| Уровень 1 | навыками определения основных теплофизических характеристик термодинамических и тепломассообменных процессов |
| Уровень 2 | навыками определения теплофизических характеристик термодинамических и тепломассообменных процессов |
| Уровень 3 | навыками определения различных сложных теплофизических характеристик термодинамических и тепломассообменных процессов |

ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-3 ОПК-4: проводит анализ технических задач при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования

Знать:

| | |
|-----------|---|
| Уровень 1 | Основные методы и технологии проектирования и эксплуатации простейшего теплотехнического оборудования |
| Уровень 2 | методы и технологии проектирования и эксплуатации теплотехнического оборудования |
| Уровень 3 | различные методы и технологии проектирования и эксплуатации теплотехнического оборудования повышенной сложности |

Уметь:

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | решать основные технические задачи по проектированию и эксплуатации теплотехнического оборудования |
| Уровень 2 | решать технические задачи по проектированию и эксплуатации теплотехнического оборудования |
| Уровень 3 | решать технические задачи повышенной сложности по проектированию и эксплуатации теплотехнического оборудования |

Владеть:

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | навыками анализа технических задач при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования |
| Уровень 2 | навыками анализа технических задач средней сложности при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования |
| Уровень 3 | навыками анализа технических задач повышенной сложности при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 2.1 | Знать: |
| 2.1.1 | основные законы и способы переноса теплоты и массы, при неполном знании и понимании значения некоторых теплотехнических характеристик, описании способов переноса теплоты и массы |
| 2.2 | Уметь: |
| 2.2.1 | решать типовые инженерные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов с использованием основных законов и способов переноса теплоты и массы |
| 2.3 | Владеть: |
| 2.3.1 | навыками демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы |

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.О |
| 3.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 3.1.1 | Гидрогазодинамика |
| 3.1.2 | Физика |
| 3.1.3 | Техническая термодинамика |
| 3.1.4 | Материаловедение и технология конструкционных материалов |
| 3.1.5 | Высшая математика |
| 3.1.6 | Тепломассообменное оборудование предприятий |
| 3.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |

| | |
|-------|---|
| 3.2.1 | Тепловые двигатели и нагнетатели |
| 3.2.2 | Энергосбережение в теплоэнергетике |
| 3.2.3 | Индуктивно-кондуктивные нагреватели систем теплоснабжения |
| 3.2.4 | Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация |

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

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 4 | | Итого | |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
| | уп | рп | | |
| Лекции | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Лабораторные | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Практические | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Консультации | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Контактная работа | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Сам. работа | 245 | 245 | 245 | 245 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Итого | 288 | 288 | 288 | 288 |

Общая трудоемкость дисциплины (з.е.)

8 ЗЕТ

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Интегракт. | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|--|--|------------|------------|
| | Раздел 1. Введение в теплообмен. Основные понятия и определения | | | | | | |
| 1.1 | Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока вектор плотности теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел. Тепловое взаимодействие потока жидкости с обтекаемой поверхностью твердого тела. Закон Ньютона-Рихмана. Теплопередача. /Лек/ | 4 | 2 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 1.2 | Расчет количественных характеристик переноса теплоты. Составление тепловых балансов /Пр/ | 4 | 4 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 1.3 | Самостоятельные работы по разделы. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 48 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| | Раздел 2. Стационарная и нестационарная | | | | | | |

| теплопроводность. Теплопередача | | | | | | | |
|--|--|---|-----|--|--|---|--|
| 2.1 | Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент температуропроводности. Перенос теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку. Перенос теплоты теплопроводностью через многослойную плоскую стенку. Перенос тепла в плоской стенке при постоянном и переменном коэффициенте теплопроводности. Температурное поле при наличии в теле источников тепла (пластина, цилиндрический стержень. Нестационарные задачи теплопроводности. Метод разделения переменных решения линейного уравнения теплопроводности Фурье. Число Био. Безразмерное время (число Фурье. Температурное поле в процессе охлаждения (нагревания) безграничной пластины, бесконечно длинного цилиндра и некоторых тел конечных размеров. Коэффициент теплопередачи. Особенности теплопередачи через цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции. Температурное поле при наличии в теле источников теплоты(пластина, цилиндрический стержень). Теплопередача через ребристую стенку. Коэффициент эффективности ребра. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня(ребра). /Лек/ | 4 | 2 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 2.2 | Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов: освоение методики опытного определения коэффициента теплопроводности(метод трубы) /Лаб/ | 4 | 0,5 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 2.3 | Определение коэффициента теплопроводности твердых материалов: освоение методики опытного определения коэффициента теплопроводности (метод цилиндра) /Лаб/ | 4 | 0,5 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 2.4 | Определение коэффициента теплопроводности. Расчет мощности теплового потока /Лр/ | 4 | 4 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 2.5 | Самостоятельные работы по разделы. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 49 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| Раздел 3. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. | | | | | | | |
| 3.1 | Математическое описание процесса конвективного теплообмена: дифференциальные уравнения энергии, движения, неразрывности. Физические свойства жидкостей и газов, существенные для процесса конвективного теплообмена. Классификация теплоносителей по числу Прандтля. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Рэлея, число Нуссельта. Теория подобия и размерности. Пи-теорема. Пограничный слой. Турбулентность. Турбулентная | 4 | 2 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |

| | | | | | | | |
|-----|---|---|----|--|--|---|--|
| | теплопроводность. Турбулентное число Прандтля. Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объёме жидкости. Конвективная теплоотдача при течении в трубах (каналах) /Лек/ | | | | | | |
| 3.2 | Расчет коэффициента теплоотдачи при неизменном агрегатном состоянии теплоносителя /Пр/ | 4 | 4 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 3.3 | Самостоятельные работы по разделу. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 36 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 3.4 | Определение коэффициента теплоотдачи воздуха при свободной конвекции: освоение методики опытного определения коэффициента теплоотдачи при свободном движении газового потока /Лаб/ | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| | Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях | | | | | | |
| 4.1 | Теплообмен при конденсации пара. Плёночная и капельная конденсация. Теория Нуссельта. Поправочные коэффициенты к теории Нуссельта по Лабунцову (на волновое течение и переменность физических свойств конденсата). Турбулентное течение плёнки конденсата - расчёт коэффициента теплоотдачи (формула Лабунцова). Влияние скорости пара, состояния поверхности, влажности и перегрева пара, примесей воздуха в паре. Теплообмен при конденсации пара в трубах. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плёночном кипении. Кипение в трубах. Режим течения парожидкостной смеси. Гидродинамика и теплообмен при кипении в трубах. Кризисы теплоотдачи первого и второго рода. Расчёт коэффициентов запаса до кризиса /Лек/ | 4 | 2 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 4.2 | Определение коэффициента теплоотдачи воздуха при вынужденной конвекции: освоение методики опытного определения коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении газового потока /Лаб/ | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 4.3 | Теплообмен при фазовых превращениях. Расчет коэффициента теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителя /Пр/ | 4 | 4 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 4.4 | Самостоятельные работы по разделу. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 58 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| | Раздел 5. Теплообмен излучением | | | | | | |
| 5.1 | Основные законы теплового излучения: закон Планка, закон смещения Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Ламберта, закон Кирхгофа. Лучистый теплообмен между телами. Теплообмен излучением между твердыми телами. Теплообмен излучением в | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|--|---|-----|--|--|---|--|
| | системе тел с плоскопараллельными поверхностями. Излучательная способность твердых тел. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой. Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Особенности излучения газов и паров. Лучистый теплообмен между газовой средой и оболочкой. /Лек/ | | | | | | |
| 5.2 | Изучение методики тепловизионного обследования нагретых поверхностей /Лаб/ | 4 | 0,5 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 5.3 | Расчет лучистого теплообмена между двумя телами и расположенным между ними экраном /Пр/ | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 5.4 | Самостоятельные работы по разделу. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 26 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4ИД-3 ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| Раздел 6. Теория массообмена | | | | | | | |
| 6.1 | Общие сведения о массообмене и массообменных процессах. Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс массообменных процессов. Направление массопередачи и движущая сила массообменных процессов. Способы переноса вещества. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Механизм процесса массопередачи. Уравнения массоотдачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Подобие массообменных процессов. Критерии подобия. Уравнение массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи /Лек/ | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 6.2 | Способы выражения состава фаз. Расчет движущей силы массообменных процессов. Решение материального и теплового балансов /Пр/ | 4 | 1 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 6.3 | Изучение процесса ректификации /Лаб/ | 4 | 0,5 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 6.4 | Самостоятельные работы по разделу. Вопросы для самоконтроля /Ср/ | 4 | 28 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 6.5 | /Конс/ | 4 | 2 | ИД-1ОПК -4 ИД- 2ОПК-4 ИД-3ОПК -4 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 | |
| 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) | | | | | | | |

Система контроля за ходом и качеством усвоения студентами содержания данной дисциплины включает следующие виды:

Текущий контроль – проводится систематически с целью установления уровня овладения студентами учебного материала в течение семестра. К формам текущего контроля относятся: опрос, тестирование (Т). Контрольная работа учебным планом по заочной форме не предусмотрена.

Выполнение этих работ является обязательным для всех студентов, а результаты являются основанием для выставления оценок (баллов) текущего контроля.

Промежуточный контроль – оценка уровня освоения материала по самостоятельным разделам дисциплины.

Проводится в заранее определенные сроки. Проводится два промежуточных контроля в семестр. В качестве форм контроля применяют, контрольные работы, самостоятельное выполнение студентами домашних заданий с отчетом (защитой), тестирование по материалам дисциплины.

Итоговый контроль – оценка уровня освоения дисциплины по окончании ее изучения в форме экзамена.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) включает в себя:

- Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- Описание показателей и критериев оценивания компетенций на этапе изучения дисциплины, описание шкал оценивания;
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств прилагается к рабочей программе дисциплины как приложение.

Фонд оценочных средств прилагается к ОПОП ВО как приложение.

Фонд оценочных средств (ФОС) – комплекты методических и оценочных материалов, методик и процедур, предназначенных для определения соответствия или несоответствия уровня достижений обучающихся планируемым результатам обучения. ФОС должны соответствовать ФГОС и ОПОП, целям и задачам обучения, предметной области, быть достижимыми, исполнимыми, включать полноту представления материалов.

При составлении ФОС для каждого результата обучения по дисциплине, модулю, практике необходимо определить этапы формирования компетенций, формы контроля, показатели и критерии оценивания сформированности компетенции на различных этапах ее формирования, шкалы и процедуры оценивания.

| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | | | |
|--|--|--|--|
| 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) | | | |
| 7.1.1. Основная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Кузеванов В. С., Закожурникова Г. С., Закожурников С. С. | Тепломассообмен: учебное пособие для вузов | Москва : Издательство Юрайт; Режим доступа: https://urait.ru/bcode/484249 , 2022 |
| Л1.2 | Ерофеев В. Л., Пряхин А. С., Семенов П. Д. | Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для вузов | Москва: Юрайт; Режим доступа: https://urait.ru/bcode/489658 , 2022 |
| Л1.3 | Ерофеев В. Л., Пряхин А. С., Семенов П. Д. | Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для вузов | Москва: Юрайт; Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490569 , 2022 |
| Л1.4 | Ларкин Д. К. | Тепломассообменное оборудование предприятий: учебное пособие для вузов | Москва: Юрайт. Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495297 , 2022 |
| Л1.5 | Шаров Ю. И., Григорьева О. К. | Тепломассообмен: учеб. пособие | Новосибирск: НГТУ; Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/118_187 , 2018 |
| 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля) | | | |
| Э1 | Электронный ресурс издательства «ЮРАЙТ» - https://urait.ru/ | | |
| Э2 | Электронная - библиотечная система издательства «Лань» - http://http/e.lanbook.com/ | | |
| Э3 | Научная электронная библиотека Elibrary.ru - https://www.elibrary.ru/ | | |
| Э4 | Электронно образовательная среда Moodle - https://sdo.agatu.ru/ | | |

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
7.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|--|--|
| 7.3.1.1 | LIBREOFFICE |
| 7.3.1.2 | Windows 7 |
| 7.3.1.3 | Программы для ЭВМ «Комплекс компьютерных имитационных тренажеров (виртуальная лаборатория) «Теплотехника» /Сублицензионный договор №30 от 30.03.2022 г. ИП Колесников Сергей Павлович/ |
| 7.3.1.4 | Программы для ЭВМ Комплекс компьютерных имитационных тренажеров (виртуальная лаборатория) «Термодинамика» /Сублицензионный договор №30 от 30.03.2022 г. ИП Колесников Сергей Павлович/ |
| 7.3.2 Перечень информационных справочных систем | |
| 7.3.2.1 | Справочно-правовая система Консультант Плюс - http://consultant.ru |
| 7.3.2.2 | Информационно-правовая система Гарант - http://www.garant.ru |
| 7.3.2.3 | Федеральный портал Российское образование – http://www.edu.ru |
| 7.3.2.4 | Информационный портал temperatures.ru - http://temperatures.ru |

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Ауд. № 3.201 Лаборатория теплотехники и гидравлики

Учебная аудитория для занятий семинарского типа, лабораторно-практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы.

Оборудование:

- 1) Комплект учебно-лабораторного оборудования «Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ» /производитель ООО «Производственное объединение «Зарница» г. Казань, 2018 г.в./ - 1 комплект;
- 2) Комплект учебно-лабораторного оборудования «Теплотехника-термодинамика» /производитель ООО «Производственное объединение «Зарница» г. Казань, 2020 г.в./ - 1 комплект;
- 3) Измеритель теплопроводности МИТ- 1шт
- 4) Пирометр DIT-130- 1шт.
- 5) Тепловизор FLIR E60 – 1 шт.
- 6) Портативный цифровой измеритель температуры ИТ-17К- 1шт
- 7) Комплект измерительный – шкаф контроля микроклимата ШКПУ-1- 1шт
- 8) Комплект измерительный IBDL Ревизор iBDLR-#- 1шт

Учебная мебель: столы учебные 2-х местные (парта); стол преподавательский; доска; стулья ученические.

Ауд. № 3.202 Лаборатория инженерного творчества.

Учебная аудитория для занятий лекционного и семинарского типа занятий, для лабораторно-практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования, с выходом в сеть Интернет.

Оборудование и технические средства обучения:

- 1) ПК (Корпус CTS block-blue. Процессор intelPentiumG630)- 15 шт.,
- 2) Монитор 20 LG Flatron E2042C-BN, LED-15шт.
- 4) Плазменный телевизор 47 LG 47LD455 FHD– 1шт.

Учебная мебель:

- 1) Столы учебные 2-х местные (парта), цвет береза;
- 2) Стол преподавательский;
- 3) Доска для написания мелом;
- 4) Книжный шкаф, закрытый;
- 5) Стулья ученические.

Программное обеспечение:

Windows7 Professional;

LIBREOFFICE (открытое лицензионное соглашение NUGeneralPublicLicense);

AdobeReader

Программы для ЭВМ «Комплекс компьютерных имитационных тренажеров (виртуальная лаборатория)

«Теплотехника» /Сублицензионный договор №30 от 30.03.2022 г. ИП Колесников Сергей Павлович/

Программы для ЭВМ Комплекс компьютерных имитационных тренажеров (виртуальная лаборатория)

«Термодинамика» /Сублицензионный договор №30 от 30.03.2022 г. ИП Колесников Сергей Павлович/

Ауд. № 2.114 Мультимедийный зал научной библиотеки с выходом в интернет. Помещение для выполнения самостоятельной работы и курсового проектирования.

Оборудование:

ПК Системный блок Corequad q6600, 4gb ram, 160gb; мониторbenq g900wa;

ПК Системный блок Deponeon core2duo e8300, 2gb ram, hdd 160gb; монитор lg w1934s;

Тонкий клиент Eltex tc-50;

Учебная мебель:

Компьютерные столы;

Стулья ученические;

Программное обеспечение:

Calculate Linux, GNU General Public License;

LibreofficeОткрытоелицензионноесоглашениеGNUGeneralPublicLicense

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Тепломассообмен" для студентов заочного обучения, обучающихся по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине "Тепломассообмен" для студентов заочного обучения, обучающихся по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине "Тепломассообмен" для студентов заочного обучения, обучающихся по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Доступность зданий образовательных организаций и безопасного в них нахождения. На территории вуза обеспечен доступ к зданиям и сооружениям, выделены места для парковки автотранспортных средств инвалидов.

В вузе продолжается работа по созданию без барьерной среды и повышению уровня доступности зданий и сооружений потребностям следующих категорий инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- с нарушением зрения;
- с нарушением слуха;
- с ограничением двигательных функций.

В общем случае в стандартной аудитории места за первыми столами в ряду у окна и в среднем ряду предлагаются студентам с нарушениями зрения и слуха, а для обучающихся, передвигающихся в кресле-коляске, предусмотрены первый стол в ряду у дверного проема с увеличенной шириной проходов между рядами столов, с учетом подъезда и разворота кресла-коляски.

Для обучающихся лиц с нарушением зрения предоставляются: видеоувеличитель-монокуляр для просмотра Levenhuk Wise 8x25, электронный ручной видеоувеличитель видео оптик "wu-tv", возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

Для обучающихся лиц с нарушением слуха предоставляются: аудитории со звукоусиливающей аппаратурой (колонки, микрофон), компьютерная техника в оборудованных классах, учебные аудитории с мультимедийной системой с проектором, аудиторий с интерактивными досками в аудиториях.

Для обучающихся лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата предоставляются: система дистанционного обучения Moodle, учебные пособия, методические указания в печатной форме, учебные пособия, методические указания в форме электронного документа.

В главном учебном корпусе, главном учебно-лабораторном корпусе и учебно-физкультурном корпусе имеются пандусы с кнопкой вызова в соответствии требованиями мобильности инвалидов и лиц с ОВЗ. Главный учебно-лабораторный корпус оборудован лифтом.

В главном учебном корпусе имеется гусеничный мобильный лестничный подъемник БК С100, облегчающие передвижение и процесс обучения инвалидов и соответствует европейским директивам. По просьбе студентов, передвигающихся в кресле-коляске возможно составление расписания занятий таким образом, чтобы обеспечить минимум передвижений по зданию – на одном этаже, в одном крыле и т.д.

Направляющие тактильные напольные плитки располагаются в коридорах для обозначения инвалидам по зрению направления движения, а также для предупреждения их о возможных опасностях на пути следования.

Контрастная маркировка позволяет слабовидящим получать информацию о доступности для них объектов, изображенных на знаках общественного назначения и наличии препятствия.

Во всех учебных корпусах общественные уборные переоборудованы для всех категорий инвалидов и лиц с ОВЗ, с кнопкой вызова с выходом на дежурного вахтера.

Адаптация образовательных программ и учебно-методического обеспечения образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Исходя из конкретной ситуации и индивидуальных потребностей обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается: возможность включения в вариативную часть образовательной программы специализированных адаптационных дисциплин (модулей); приобретение печатных и электронных образовательных ресурсов, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся инвалидов; определение мест прохождения практик с учетом требований их доступности для лиц с ограниченными возможностями здоровья; проведение текущей и итоговой аттестации с учетом особенностей нозологий инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья; разработка при необходимости индивидуальных учебных планов и индивидуальных графиков обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическим отделом.

Во время проведения занятий в группах, где обучаются инвалиды и обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья, возможно применение звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных и других средств для повышения уровня восприятия учебной информации обучающимися с различными нарушениями.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для студентов-инвалидов может быть установлена с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.), при необходимости студенту-инвалиду может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

В университете имеется <http://sdo.agatu.ru/> - системы Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) виртуальной обучающей среды, свободная система управления обучением, ориентированная, прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами, а так же поддержки очного обучения.

Веб-портфолио располагается на информационном портале университета <http://stud.agatu.ru/>, который позволяет не только собирать, систематизировать, красочно оформлять, хранить и представлять коллекции работ зарегистрированного пользователя (артефакты), но и реализовать при этом возможности социальной сети. Интерактивность веб-портфолио обеспечивается возможностью обмена сообщениями, комментариями между пользователями сети, ведением блогов и записей. Посредством данных ресурсов студент имеет возможность самостоятельно изучать размещенные на сайте университета курсы учебных дисциплин, лекции, примеры решения задач, задания для практических, контрольных и

курсовых работ, образцы выполнения заданий, учебно-методические пособия). Кроме того студент может связаться с преподавателем, чтобы задать вопрос по изучаемой дисциплине или получить консультацию по выполнению того или иного задания.

Комплексное сопровождение образовательного процесса и условия для здоровьесбережения. Комплексное сопровождение образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья привязано к структуре образовательного процесса, определяется его целями, построением, содержанием и методами. В вузе осуществляется организационно-педагогическое, медицинско-оздоровительное и социальное сопровождение образовательного процесса.

Организационно-педагогическое сопровождение направлено на контроль учебы студента с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с графиком учебного процесса. Оно включает контроль посещаемости занятий, помощь в организации самостоятельной работы, организацию индивидуальных консультаций для длительно отсутствующих студентов, контроль текущей и промежуточной аттестации, помощь в ликвидации академических задолженностей, коррекцию взаимодействия преподаватель – студент-инвалид. Все эти вопросы решаются совместно с кураторами учебных групп, заместителями деканов по воспитательной и по учебной работе.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья имеют возможность работы с удаленными ресурсами электронно- библиотечных систем из любой точки, подключенной к сети Internet:

- Доступ к Электронно-библиотечной системе издательства «Лань»;
- Доступ к электронному ресурсу издательства «ЮРАЙТ» в рамках договора на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС;
- Доступ к Научной электронной библиотеке Elibrary.ru;
- Доступ к Национальному цифровому ресурсу Руконт;
- Доступ к электронному каталогу Научной библиотеки на АИБС «Ирбис64»;
- Доступ к справочно- правовым системам Консультант Плюс и Гарант;

В электронной библиотеке вуза предусмотрена возможность масштабирования текста и изображений без потери качества.

