

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Тепломассообменное оборудование энергетики и методы расчета  
тепломассообменных процессов»**

Уровень подготовки

Высшее образование - магистратура

Направление подготовки

13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность подготовки (профили)

Технология производства электрической и тепловой энергии

Тепловые электрические станции и системы энергообеспечения предприятий

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

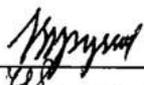
Форма обучения очная

Уфа 2015

Исполнители:

Профессор

Профессор

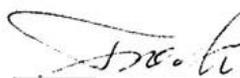
  
\_\_\_\_\_

Трушин В. А.

Цирельман Н. М.

Заведующий кафедрой

авиационной теплотехники и теплоэнергетики

  
\_\_\_\_\_

Бакиров Ф. Г.

## **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Тепломассообменное оборудование энергетики и методы расчета тепломассообменных процессов» является обязательной дисциплиной вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01

Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "21" ноября 2014 г. № 1499.

**Целью освоения дисциплины** является приобретение базовых знаний о проблемах энергетики, изучение и освоение современного оборудования в производстве электрической и тепловой энергии, а также методов выполнения соответствующих расчетов применительно к различным системам тепломассообменного оборудования.

### **Задачи:**

- приобретение практических навыков выполнения расчетов применительно к различным проблемам и задачам тепломассообменного оборудования в энергетике.

Дисциплина относится к вариативной части раздела Б1 учебного плана и является обязательной дисциплиной. Предшествующей дисциплиной, на которой базируется дисциплина «Тепломассообменное оборудование энергетики и методы расчета тепломассообменных процессов», является дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий».

В свою очередь отдельные положения дисциплины «Тепломассообменное оборудование энергетики и методы расчета тепломассообменных процессов» в дальнейшем используются в последующем при изучении и освоении дисциплины «Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях», при выполнении научно-исследовательской работы, при прохождении научно-производственной практики.

**Входные компетенции:**

| № | Компетенция  | Код                              | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции | Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию     |
|---|--|----------------------------------|--|--|
| 1 | <p>Способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию (ОК-1);</p> <p>Способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов (ПК-1);</p> <p>Способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях (ПК-7);</p> <p>Способность анализировать естественно-научную сущность современных проблем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий и находить пути их решения (ПКП-4)</p> | ОК-1,<br>ПК-1,<br>ПК-7,<br>ПКП-4 | Базовый уровень  | Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий |

### Исходящие компетенции:

| № | Компетенция   | Код           | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции | Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной                                   |
|---|---|---------------|--|---|
| 1 | <p>способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов (ПК-1);</p> <p>способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования (ПК-2);</p> | ПК-1,<br>ПК-2 | Базовый уровень  | Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях |
| 2 | <p>способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства (ПК-3);</p> <p>способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях (ПК-7)</p>  | ПК-3,<br>ПК-7 | Базовый уровень  | Научно-исследовательская работа   |
| 3 | <p>способность разрабатывать теплообменное оборудование энергетики и владеть методами расчета теплообменных процессов (ПКП-5)</p>   | ПКП-5         | Базовый уровень  | Научно-производственная практика  |

### Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

## Планируемые результаты обучения по дисциплине

| № | Формируемые компетенции   | Код  | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|---|---|------|---|--|---|
| 1 | способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов (ПК-1);   | ПК-1 | О проблемах и перспективах развития технологического оборудования                     | принимать решения в области тепломассообменного оборудования с учетом энерго – и ресурсосбережения | Методами расчетов тепломассообменного оборудования        |
| 2 | Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, | ПК-2 | основную документацию, по тепломассообменному оборудованию на предприятиях энергетики |  | навыками работы с нормативной и технической документацией |

|   |   |       |  |  |   |
|---|---|-------|--|--|---|
|   | теплотехнического и теплотехнологического оборудования (ПК-2)   |       |  |  |   |
| 3 | способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства (ПК-3)   | ПК-3  | О возможных путях совершенствования технологии производства  | определять потребности производства в топливо-энергетических ресурсах при реконструкции и модернизации; планировать мероприятия по энергосбережению и оценивать их экологическую и экономическую эффективность |   |
| 4 | способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях (ПК-7) | ПК-7  | О методах экспериментальной работы, как интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях | Обрабатывать результаты научных исследований на основе теории подобия  |   |
| 5 | способность разрабатывать тепломассообменное оборудование энергетики и владеть методами   | ПКП-5 | О современных приборах измерения параметров в тепломассообменном оборудовании энергетики   | разрабатывать тепломассообменное оборудование энергетики   | существующими методами расчета тепломассообменных процессов |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | расчета<br>тепломассообме<br>нных процессов<br>(ПКП-5) |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

| Вид работы   | Трудоемкость, час. |         |
|--|--------------------|---------|
|  | 1 семестр          | Всего   |
| Лекции (Л)   | 16                 | 16      |
| Практические занятия (ПЗ)  | 44                 | 44      |
| Лабораторные работы (ЛР)   | -                  | -       |
| КСР  | 6                  | 6       |
| Курсовая проект работа (КР)  | -                  | -       |
| Расчетно - графическая работа (РГР)  | -                  | -       |
| Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.) | 114                | 114     |
| Подготовка и сдача экзамена  | 36                 | 36      |
| Подготовка и сдача зачета  | -                  | -       |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен)  | экзамен            | экзамен |

### Содержание разделов и формы текущего контроля

| № | Наименование и содержание раздела  | Количество часов  |    |    |     |                       |       | Литература,<br>рекомендуемая<br>студентам | Виды<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий   |
|---|--|-------------------|----|----|-----|-----------------------|-------|---|--|
|   |  | Аудиторная работа |    |    |     | СРС<br>+конт-<br>роль | Всего |   |  |
|   |  | Л                 | ПЗ | ЛР | КСР |                       |       |   |  |
| 1 | Проблемы и задачи дисциплины. Типы теплообменных аппаратов. Требования к их эффективности в зависимости от назначения. Рекуперативные теплообменники | 2                 | -  | -  | -   | 22+4                  | 28    | Р 6.1 - № 1<br>Р 6.2 - № 5                | <b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы), |
| 2 | Смесительные теплообменные аппараты. Регенеративные теплообменные аппараты. Сушилки, абсорберы, десорберы, выпарные аппараты                         | 2                 | -  | -  | -   | 22+4                  | 28    | Р 6.2 - № 5<br>Р 6.1 - № 1                | <b>лекция-визуализация</b> (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)     |
| 3 | Конвективный теплообмен в каналах. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов  | 2                 | -  | -  | -   | 25+4                  | 31    | Р 6.1 - № 1<br>Р 6.1 - № 2<br>Р 6.2 - № 4 | <b>проблемная лекция</b> (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией,  |

|   |  |   |    |   |   |      |    |                            |   |
|---|--|---|----|---|---|------|----|----------------------------|---|
|   |  |   |    |   |   |      |    |                            | создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)   |
| 4 | Метод расчета теплообменников по количеству единиц переноса теплоты ( $\epsilon$ - NTU). Уравнения, лежащие в основе расчёта материального баланса, массообмена. | 2 | 22 | - | 3 | 10+4 | 41 | Р 6.2 - № 3<br>Р 6.2 - № 4 | <b>лекция-визуализация</b><br>(передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями).<br>Работа в команде (совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды),<br>контекстное |

|   |  |   |   |   |   |      |    |   |   |
|---|--|---|---|---|---|------|----|---|---|
|   |  |   |   |   |   |      |    |   | обучение (мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением)                              |
| 5 | Физические основы процесса сушки материалов: виды связи влаги с материалом, построение H-d диаграммы состояния влажного воздуха, изображение в ней основных процессов в сушильных устройствах, способы сушки и схемы сушильных установок. Статика и кинетика процесса сушки. Расчет материального и теплового баланса процесса сушки | 2 | 6 | - | - | 12+4 | 24 | Р 6.1 - № 1<br>Р 6.2 - № 5                | проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы), |
| 6 | Физические основы процессов абсорбции и десорбции, адсорбции и десорбции. Схемы и устройства абсорбционных и адсорбционных установок. Расчет насадочных и барботажных абсорберов, расчет адсорберов.   | 2 | 6 | - | - | 9+4  | 21 | Р 6.2 - № 5<br>Р 6.1 - № 1                | лекция-визуализация (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями)     |
| 7 | Физические основы процессов выпаривания жидкости из растворов. Схемы и устройства выпарных установок. Расчет одно- и многокорпусных выпарных установок.  | 2 | 6 | - | - | 7+6  | 21 | Р 6.1 - № 1<br>Р 6.1 - № 2<br>Р 6.2 - № 4 | проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной  |

|   |   |   |   |   |   |     |    |                            |   |
|---|---|---|---|---|---|-----|----|----------------------------|---|
|   |   |   |   |   |   |     |    |                            | аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)   |
| 8 | Физические основы процесса экстракции. Схемы и устройства экстракционных установок. Расчет экстракторов. Физические основы процессов ректификации. Схемы и устройства ректификационных установок. | 2 | 4 | - | 3 | 7+6 | 22 | Р 6.2 - № 3<br>Р 6.2 - № 4 | лекция-визуализация (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями). Работа в команде (совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды), контекстное |

|  |  |    |    |  |   |      |     |  |  |
|--|--|----|----|--|---|------|-----|--|--|
|  |  |    |    |  |   |      |     |  | обучение (мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением) |
|  |  | 16 | 44 |  | 6 | 114+ | 216 |  | 36   |

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 80 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Тепломассообменное оборудование энергетики и методы расчета тепломассообменных процессов».

### Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|------|-----------|---------------------------------|--------------|
| -    | -         | -                               | -            |

### Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1-2       | 1         | Расчеты конечных температур теплоносителей по заданным начальным значениям  | 4            |
| 3-4       | 1         | Определение среднелогарифмического температурного напора для перекрестного тока   | 4            |
| 5-6       | 1         | Расчет гидросопротивлений по трактам тепло-массообменных аппаратов  | 4            |
| 7-8       | 2         | Расчет подогревателя воды выхлопными газами   | 4            |
| 9-10      | 2         | Расчет оребрения трубок в подогревателе воды  | 4            |
| 11-12     | 2         | Расчет компоновки подогревателя воды  | 4            |
| 13-14     | 3         | Расчет гидросопротивлений трактов подогревателя воды  | 4            |
| 15-16     | 3         | Рассмотрение примеров сопоставления расчетов теплообменников методом ( $\epsilon$ - NTU) и методом среднелогарифмического температурного напора | 4            |
| 17-18     | 3         | Расчет смесительного теплообменного аппарата  | 4            |
| 19-20     | 4         | Расчет габаритов смесительного теплообменного аппарата и конечной температуры теплоносителей  | 4            |
| 21-22     | 4         | Определение коэффициента теплопередачи регенеративного теплообменника с вращающейся матрицей  | 4            |

|  |  |        |    |
|--|--|--------|----|
|  |  | Всего: | 44 |
|--|--|--------|----|

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **Основная литература**

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
2. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.
3. Цирельман Н.М. Техническая термодинамика. М.: Машиностроение, 2012. 374 с.
4. Цирельман Н.М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса. М.: Машиностроение, 2011. 504 с.
5. Цирельман Н.М. Конвективный тепломассоперенос: Моделирование, идентификация, интенсификация. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2015. 471с.

#### **Дополнительная литература**

1. Трушин В. А. Основы расчета теплообменников. Учебное пособие. УГАТУ, Уфа, 1994. 187 с.

#### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

#### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

#### **Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

- Операционная система Windows 7;
- Интегрированный пакет Microsoft Office 2007;
- Архиватор 7ZIP;
- Water Steam– PRO – программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара;
- akwa - программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара.

#### **Методические указания к практическим занятиям**

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
2. Баррон Р.Ф. Криогенные системы: Перевод с английского. М.: Энергоатомиздат, 1989. 408 с.
3. Трушин В. А. Основы расчета теплообменников. Учебное пособие. УГАТУ, Уфа, 1994. 187 с.

### **Методические указания к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы не предусмотрены.

### **Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**

Курсовая работа не предусмотрена.

### **Образовательные технологии**

Для достижения наиболее эффективных результатов освоения дисциплины при реализации различных видов учебной работы применяются информационные технологии (использование компьютерных тестирующих средств оценки уровня знаний обучаемых, использование мультимедийного сопровождения лекций, электронных мультимедийных учебных пособий и др.) и интерактивные методы и технологии обучения (проблемные лекции, лекции-визуализации, технология проблемного обучения, технология развития критического мышления, групповая работа), с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом. Дистанционные образовательные технологии используются на этапах формирования индивидуальных заданий, консультирования и проверки их выполнения, подготовки научных публикаций по результатам выполнения индивидуальных заданий и для иных форм индивидуальной работы со студентами, так как эти задания могут являться отдельными частями ВКР магистра. При этом используются имеющиеся в университете системы MirapolisLMS (система дистанционного обучения) и MirapolisVirtual-Room, обеспечивающие освоение обучающимися дисциплины в полном объеме независимо от их места нахождения, а также способы доступа к информации в электронной информационно-образовательной среде организации.

| №                            | Наименование                            | Доступ, количество одновременных пользователей | Реквизиты договоров с правообладателями |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>Ресурса</b>               |   |  |   |
| 1                            | СПС «КонсультантПлюс»                   | По сети УГАТУ, без ограничения                 | Договор 1392/0403-14 от 10.12.14        |
| <b>Программного продукта</b> |   |  |   |
| 1                            | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса | 500 компьютеров                                | Лицензия 13С8-140128-132040             |

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- компьютерный классы в ауд. 2-302 и 2-106а с доступом к указанным программным средствам и к сети Интернет;
- мультимедийные средства, аудиовизуальные средства в ауд. 2-101 и 2-106а.

### **Условия реализации образовательной программы лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.