

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический уни-  
верситет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В. Бурмистров

(подпись)



« 11 » 09. 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б1.В.ДВ.10.2 Системы динамического охлаждения и отопле-  
ния, комфортное жизнеобеспечение

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль подготовки «Техника и физика низких температур»

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, ЭМТО

Кафедра-разработчик рабочей программы ХТТ

Курс – 4, семестр – 7

|                        | Часы          | Зачетные<br>единицы |
|------------------------|---------------|---------------------|
| Лекции                 | 18            | 0,5                 |
| Практические занятия   | 18            | 0,5                 |
| Семинарские занятия    | -             |                     |
| Лабораторные занятия   | 18            | 0,5                 |
| Самостоятельная работа | 63            | 1,75                |
| Форма аттестации       | 27<br>экзамен | 0,75                |
| Всего                  | 144           | 4                   |

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1034 от 11.08.2016г. по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» для профиля «Техника и физика низких температур», на основании учебного плана набора обучающихся 2018 г.

Разработчик программы:

доцент каф.ХТиТ  
(должность)

  
(подпись)

Мустафин Т.Н.  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТТ, протокол №1 от 7.09.2018 г.

Зав. кафедрой, проф.

  
(подпись)

Хисамеев И.Г.  
(Ф.И.О.)

## **УТВЕРЖДЕНО**

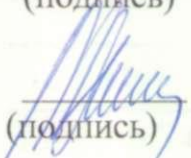
Протокол заседания методической комиссии факультета ЭмТО  
от 10.09.2018 г. № 1

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

Хамидуллин М.С.  
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент

  
(подпись)

Китаева Л.А.  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» являются:

- а) формирование понимания: термодинамические характеристики рабочих тел в системах кондиционирования;
- б) формирование понимания: уравнения, описывающие параметры влажного воздуха и взаимодействия сред различного состояния;
- в) формирование понимания: диаграммы, описывающие состояние влажного воздуха в различных условиях;
- г) формирование понимания: тепломассообмен при взаимодействии воздуха с водой, основные аппараты для реализации этого процесса;
- д) формирование понимания: уравнения баланса тепловых и массовых потоков для систем кондиционирования воздуха;
- е) формирование понимания: принципиальные схемы и совокупность аппаратов для целевой обработки воздушной среды.

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

Дисциплина «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» бакалавр по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика;
- б) Б1.Б.6 Физика;
- в) Б1.Б.15 Термодинамика;
- г) Б1.В.ОД.16 Теплообмен.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» могут быть использованы при прохождении практик (производственной, преддипломной практики) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-1 Способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.

ПК-2 Готовностью к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов.

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

1) Знать: а) Основные понятия и определения термодинамики воздушных и жидкостных сред, используемых в практике обеспечения заданных параметров в объектах кондиционирования;

б) свойства рабочих тел, процессы подвода или отвода тепловой энергии, испарения или конденсации жидкости в потоке рабочего тела;

в) понятие об основах графического изображения обработки влажного воздуха с использованием компьютерных программ;

г) принципиальные схемы и работу теплообменных и массообменных аппаратов в составе систем кондиционирования;

д) способы включения совокупности аппаратов в циклах обработки воздушной среды.

2) Уметь: а) пользоваться учебной, справочной, специальной и периодической литературой;

б) производить построение и анализ алгоритмов расчета моделей рабо-

чих сред;

в) выполнять реализацию поставленных задач с применением современных расчетных методик.

3) Владеть: а) современными прикладными программами по расчету процессов обработки влажного воздуха в тепломассообменных аппаратах для систем кондиционирования;

б) навыками построения циклов обработки термодинамических рабочих тел;

в) навыками интерпретации получаемых результатов в ходе анализа.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

| №<br>п<br>/<br>п | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                                                            |                     |     | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|-----|------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                                                                                                                                                                  |         | Лекции                           | Семинар<br>(Практические занятия, лабораторные практикумы) | Лабораторные работы | СРС |                                                                        |
| 1                | 2                                                                                                                                                                                                | 3       | 4                                | 5                                                          | 6                   | 7   | 8                                                                      |
| 1                | Введение. Основные понятия                                                                                                                                                                       | 7       | 1                                | -                                                          | -                   | -   | -                                                                      |
| 2                | Принципиальная схема систем кондиционирования воздуха, классификация аппаратов и систем.                                                                                                         | 7       | 2                                | -                                                          | -                   | 10  | -                                                                      |
| 3                | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                                                                                                                     | 7       | 2                                | 8                                                          | 6                   | 10  | Защита лабораторных и практических работ                               |
| 4                | Основы тепло- и влагообмена между воздухом и водой. Методы изменения теплового и влажностного состояния воздуха. Определение параметров воздуха. Особенности теплообмена между воздухом и водой. | 7       | 2                                | -                                                          | 8                   | 10  | Защита лабораторных работ                                              |
| 5                | Оценка эффективности массообменных аппаратов.                                                                                                                                                    | 7       | 4                                | 6                                                          |                     | 10  | Защита практических работ                                              |
| 6                | Тепловые и массовые балансы аппаратов и объектов. Динамическое равновесие состава и состояния воздуха.                                                                                           | 7       | 5                                |                                                            |                     | 12  | -                                                                      |
| 7                | Анализ обработки воздуха в основных аппаратах кондиционеров. Схемы включения аппаратов в системах.                                                                                               | 7       | 2                                | 4                                                          | 4                   | 11  | Защита лабораторной и практической работ                               |
|                  | Итого                                                                                                                                                                                            |         | 18                               | 18                                                         | 18                  | 63  |                                                                        |
| Форма аттестации |                                                                                                                                                                                                  |         |                                  |                                                            |                     |     | Экзамен, 27                                                            |

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

| №п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                | Часы | Тема лекционного занятия                                                                                         | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                          | Формируемые компетенции |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                | 3    | 4                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                           | 6                       |
| 1    | Введение. Основные понятия                                                                                                                                                                       | 1    | Введение.                                                                                                        | Задачи курса, связь с другими дисциплинами. Краткая историческая справка, современное состояние и перспективы развития кондиционирования воздуха.                                                                                           | ПК-1                    |
| 2    | Принципиальная схема систем кондиционирования воздуха, классификация аппаратов и систем.                                                                                                         | 2    | Принципиальная схема систем кондиционирования воздуха.                                                           | Принципиальная схема, классификация систем кондиционирования.                                                                                                                                                                               | ПК-1                    |
| 3    | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                                                                                                                     | 2    | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                                     | Основные параметры влажного воздуха и аналитические зависимости между параметрами состояния. Состав воздуха, содержание кислорода и примесей. Построение диаграммы влажного воздуха. Примеры использования диаграммы в инженерных расчетах. | ПК-1                    |
| 4    | Основы тепло- и влагообмена между воздухом и водой. Методы изменения теплового и влажностного состояния воздуха. Определение параметров воздуха. Особенности теплообмена между воздухом и водой. | 2    | Основы тепло- и влагообмена между воздухом и водой. Методы изменения теплового и влажностного состояния воздуха. | Идеальные модели обработки воздуха водой. Приборные методы определения параметров воздуха. Смешение потоков воздуха с различными параметрами, подмешивание к воздуху водяного пара.                                                         | ПК-1                    |
| 5    | Оценка эффективности массообменных аппаратов.                                                                                                                                                    | 4    | Оценка эффективности массообменных аппаратов.                                                                    | Оценка эффективности реальных процессов в аппаратах для обработки воздуха.                                                                                                                                                                  | ПК-1                    |
| 6    | Тепловые и массовые балансы аппаратов и объектов.                                                                                                                                                | 5    | Основные циклы обработки воздуха в системах кондиционирования.                                                   | Нагревание воздуха. Расход тепла на нагревание воздуха. Основы расчета тепловых                                                                                                                                                             | ПК-1                    |

| 1 | 2                                                                                                               | 3 | 4                                                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|   | Динамическое равновесие состава и состояния воздуха.                                                            |   |                                                              | характеристик калориферов. Способы включения калориферов. Типы калориферов. Увлажнение воздуха испарением воды. Основные элементы и конструкция форсуночных и оросительных камер. Оценка эффективности теплообмена этих камер. Охлаждение воздуха с помощью поверхностных форсуночных охладителей. Сушение воздуха охлаждением и расширением. Сушение жидкими и твердыми поглотителями влаги. |      |
| 7 | Анализ обработки воздушных аппаратов кондиционеров. Схемы включения аппаратов в системах для обработки воздуха. | 2 | Анализ обработки воздуха в основных аппаратах кондиционеров. | Кондиционеры малой производительности, совмещенные с отоплением и вентиляцией помещения. Построение цикла работы кондиционера для летнего режима. Анализ обработки воздуха в зимнем режиме совместно с отопительной и увлажнительной установками. Обработка воздуха в центральном приточном кондиционере.                                                                                     | ПК-1 |

## 6. Содержание практических занятий

Цель проведения практических занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала, ознакомление с макетами аппаратов, проведение расчетов режимных параметров, коллективное обсуждение и оценка результатов.

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                                  | Часы | Тема практического занятия                                                                              | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 3     | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                       | 8    | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                            | ПК-2                    |
| 5     | Оценка эффективности массообменных аппаратов.                                                      | 6    | Процессы обработки воздушной среды в графическом отображении с использованием программного обеспечения. | ПК-2                    |
| 7     | Анализ обработки воздуха в основных аппаратах кондиционеров. Схемы включения аппаратов в системах. | 4    | Расчет цикла обработки воздуха в системе кондиционирования.                                             | ПК-2                    |

## 7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала и выработка умений.

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                | Часы | Наименование лабораторной работы                                                                       | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 3     | Термодинамические свойства влажного воздуха.                                                                                                                                                     | 6    | Определение параметров влажного воздуха с использованием психрометров, термоанемометров и тепловизора. | ПК-2                    |
| 4     | Основы тепло- и влагообмена между воздухом и водой. Методы изменения теплового и влажностного состояния воздуха. Определение параметров воздуха. Особенности теплообмена между воздухом и водой. | 8    | Испытание калорифера и воздухоохладителя в режимных условиях.                                          | ПК-2                    |
| 7     | Анализ обработки воздуха в основных аппаратах кондиционеров. Схемы включения аппаратов в системах                                                                                                | 4    | Исследование автономного кондиционера в замкнутом режиме обработки воздуха                             | ПК-2                    |

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры «Холодильной техники и технологии» с использованием специального оборудования и приборных средств.

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу                                                                                                        | Часы | Форма СРС                                                                       | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 2     | Принципиальная схема совокупности тепломассообменных аппаратов для кондиционирования воздуха, классификация системы.                             | 10   | Комплектация материалов литературных источников для рабочего конспекта.         | ПК-1                    |
| 3     | Основные термодинамические зависимости для влажного воздуха, использование в практических расчетах.                                              | 10   | Проработка теоретического материала, оформление расчетной и лабораторной работ, | ПК-1                    |
| 4     | Диаграмма состояния влажного воздуха. Изображение простых и сложных процессов на диаграмме.                                                      | 10   | Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы,               | ПК-1                    |
| 5     | Тепло-влагообмен между воздухом и водой, идеальные процессы обработки воздуха водой                                                              | 10   | Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы                | ПК-1                    |
| 6     | Составление тепло влажностных балансов аппаратов и помещения, динамическое равновесное состояния системы, правило обращенных процессов.          | 12   | Проработка теоретического материала, оформление лабораторной работы,            | ПК-1                    |
| 7     | Анализ обработки воздуха в основных аппаратах кондиционер. Составление и анализ схем включения аппаратов в систему комплексной обработки воздуха | 11   | Проработка теоретического материала, оформление лабораторной работы.            | ПК-1                    |

## **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний**

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины предусматривается экзамен, выполнение трех практических работ и трех лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

| <i>Оценочные средства</i>  | <i>Кол-во</i> | <i>Min, баллов</i> | <i>Max, баллов</i> |
|----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| <i>Лабораторная работа</i> | <i>3</i>      | <i>15</i>          | <i>24</i>          |
| <i>Практическая работа</i> | <i>3</i>      | <i>21</i>          | <i>36</i>          |
| <i>Экзамен</i>             |               | <i>24</i>          | <i>40</i>          |
| <i>Итого:</i>              |               | <i>60</i>          | <i>100</i>         |

## **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| Основные источники информации                                                                                                                                                                                                                                                        | Кол-во экз.                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий: устройство, монтаж и эксплуатация (для СПО) [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько .— Москва : КноРус, 2016 .— 368 с. — ISBN 978-5-406-04784-2 .                                            | <a href="http://www.book.ru/book/91">http://www.book.ru/book/91</a><br>7229                                                     |
| 2. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями / Семенов Ю.В. — Moscow : Техносфера, 2014 .— Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями [Электронный ресурс] / Семенов Ю.В. - М. : Техносфера, 2014. — ISBN 978-5-94836-386-8 | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363868.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363868.html</a> |

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации                                                                                                                                          | Кол-во экз.                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Липа А. И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологии обработки воздуха. — Одесса: Издательство ВМВ, 2010.                                          | 2 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>1 на каф ХТиТ |
| 2. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. /Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. М.: Термокул, 2004, 370 с. | 1 на каф ХТиТ                        |
| 3. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. М.: Евроклимат, 2003, —400 с.                                                                    | 2 экз. в УНИЦ КНИТУ                  |
| 4. Фотин Б.С., Пирумов И.Б., Прилуцкий И.К., Пластинин П.И., Поршневые компрессоры, Л.: Машиностроение, 1987. — 372 с.                                                       | 11 экз. в УНИЦ КНИТУ                 |
| 5. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика., М.: Машиностроение, 1972. -672 с.                                                                                            | 6 экз. в УНИЦ КНИТУ                  |
| 6. Баркалов Б. В., Карпис Е. Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. — М.: Стройиздат, 1971.                                              | 50 экз. в УНИЦ КНИТУ                 |
| 7. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. — М.: Стройиздат, 1985, — 367 с.                                             | 1 экз. в УНИЦ КНИТУ                  |
| 8. Захаров Ю. В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1979, - 584 с.                                                          | 2 экз. в УНИЦ КНИТУ                  |
| 9. Пеклов А. А. Степанова Т. А. Кондиционирование воз-                                                                                                                       | 202 экз. в УНИЦ КНИТУ                |

|                                                                                                                                                                                                                 |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| духа. Киев.: «Вища школа», 1978, - 328 с.                                                                                                                                                                       |                      |
| 10. Ладыженский Р.М. Кондиционирование воздуха. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 352 с.                                                                                                                             | 98 экз. в УНИЦ КНИТУ |
| 11. Белова Е. М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. М.: Евроклимат, 2006, – 640 с.                                                                                                        | 2 экз. в УНИЦ КНИТУ  |
| 12. Кокорин О. Я. Установки кондиционирования воздуха. М.: Машиностроение, 1978, – 264с.                                                                                                                        | 6 экз. в УНИЦ КНИТУ  |
| 13. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. /Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Еремин М.Ю., Звягинцева С.М., Мурашко В.П., Седых И.В./, М.: Евроклимат, 2001. 416 с. | 94 экз. в УНИЦ КНИТУ |

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» использование электронных источников информации:

1. Прикладной пакет для построения и расчёта циклов холодильных машин *Refrigeration Utilities*.
2. Электронная газета [www.holodilshik.ru](http://www.holodilshik.ru), форум интернет-журнала Холод-консультант.
3. Веб-сайты ведущих мировых производителей холодильного оборудования и кондиционеров, в частности [www.bitzer.ru](http://www.bitzer.ru), [www.copeland.ru](http://www.copeland.ru), [www.york.ru](http://www.york.ru), [www.krioprom.ru](http://www.krioprom.ru).

Согласовано:  
Зав. сектором ОКУФ



## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» используются следующие средства для проведения занятий.

### **1. Лекционные занятия:**

- а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем и т.д. по теме лекции;
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

### **2. Практические и лабораторные занятия:**

- а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;
- б) специализированное ПО *RefrigerationUtilities*;
- в) макеты натурных образцов тепломассообменных аппаратов;
- г) промышленные образцы холодильного оборудования и кондиционеров.

### **3. Прочее:**

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером, с доступом в Интернет.

## **13. Образовательные технологии**

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» не предусмотрены часы для проведения занятий в интерактивной форме по дисциплине «Системы динамического охлаждения и отопления, комфортное жизнеобеспечение» для бакалавров.