Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 16:29:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /К.И. Лушин/
«16» февраля 2023г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения»

Направление подготовки
**13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Профиль
**Интеллектуальные тепловые энергосистемы**

Квалификация
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная и заочная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик:**

Доцент, к.т.н., доцент _____ / В.С. Тимохин /
И.О. Фамилия

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

# Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
   3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
   3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 6
   3.3 Содержание дисциплины ..... 7
   3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 8
   4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 8
   4.2 Основная литература ..... 8
   4.3 Дополнительная литература ..... 9
   4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 9
   4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 10
   4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 10
5. Материально-техническое обеспечение ..... 10
6. Методические рекомендации ..... 11
   6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
   6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7. Фонд оценочных средств ..... 12
   7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 12
   7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 12
   7.3 Оценочные средства ..... 13

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, испытаний и контроля их теплотехнологических параметров;

– изучение способов повышения эффективности эксплуатации, проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и конструирования теплоиспользующих установок.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.

К основным задачам освоения дисциплины «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности установок для трансформации тепла и процессов охлаждения с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие методы проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки таких методов, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать результаты проектирования и конструирования установок для трансформации тепла и процессов охлаждения, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

Обучение по дисциплине «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ИОПК-4.1. Демонстрирует понимание основных законов механики жидкости и газа и применяет их для расчета элементов теплотехнических установок и систем;<br>ИОПК-4.2. Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей;<br>ИОПК-4.3. Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для |

| | |
|---|---|
| | расчетов элементов теплотехнических установок и систем. |
| ПК-3. Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД с использованием современных программных средств | ИПК-3.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства<br>ИПК-3.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД<br>ИПК-3.3. Выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования |
| ПК-4. Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД с оценкой их энергетической, экономической и экологической эффективности | ИПК-4.1. Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД<br>ИПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б.1.2) основной образовательной программы бакалавриата. «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения» взаимосвязаны логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
- Энергетический комплекс промышленных предприятий;
- Холодильные и теплонасосные установки;
- Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем;
- Методы испытаний и наладки технологического оборудования.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы (**108** часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 6 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **54** | **54** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 36 | 36 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | - | - |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **54** | **54** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 5 | 5 |
| 2.2 | Самостоятельное изучение | 49 | 49 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **зачет** | зачет |
| | **Итого** | **108** | **108** |

3.1.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 9 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **24** | **24** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 12 | 12 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 12 | 12 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | - | - |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **84** | **84** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 5 | 5 |
| 2.2 | Самостоятельное изучение | 79 | 79 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **зачет** | зачет |
| | **Итого** | **108** | **108** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Введение.** | **8** | 2 | 2 | | | 4 |
| **2** | **Раздел 2. Термодинамические основы холодильных машин.** | **24** | 4 | 9 | | | 11 |
| **3** | **Раздел 3. Конструкция холодильных машин.** | **24** | 4 | 9 | | | 11 |
| **4** | **Раздел 4. Типы холодильных машин, системы охлаждения.** | **21** | 4 | 8 | | | 9 |
| **5** | **Раздел 5. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.** | **21** | 4 | 8 | | | 9 |
| | **Итого** | **108** | **18** | **36** | | | **54** |

3.2.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Введение.** | **6** | 2 | | | | 4 |
| **2** | **Раздел 2. Термодинамические основы холодильных машин.** | **29** | 3 | 4 | | | 22 |
| **3** | **Раздел 3. Конструкция холодильных машин.** | **29** | 3 | 4 | | | 22 |
| **4** | **Раздел 4. Типы холодильных машин, системы охлаждения.** | **22** | 2 | 2 | | | 18 |
| **5** | **Раздел 5. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.** | **22** | 2 | 2 | | | 18 |
| | **Итого** | **108** | **12** | **12** | | | **84** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Введение.**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль установок для трансформации тепла и процессов охлаждения в работе энергетического комплекса РФ. Основные термины и определения. Классификация установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.

**Раздел 2. Термодинамические основы холодильных машин.**

Физические принципы получения низких температур. Плавление и охлаждение смеси. Кипение и сублимация. Работа расширения газов. Расширение газов путем дросселирования (эффект Джоуля—Томсона). Вихревой эффект охлаждения. Агрегатное состояние вещества. Обратный цикл Карно. Термодинамические диаграммы. Тепловой расчет одноступенчатой паровой холодильной машины. Диаграмма lgp-i. Обратный цикл Карно Классификация и теплотехнические основы работы холодильных машин Рабочий процесс паровой компрессорной холодильной машины. Холодопроизводительность компрессора и установки. Рабочие процессы паровых двухступенчатых компрессионных холодильных машин. Холодильные агенты и хладоносители.

**Раздел 3. Конструкция холодильных машин.**

Компрессоры холодильных машин. Классификация поршневых компрессоров. Конструкция компрессоров. Винтовые и роторные холодильные компрессоры. Устройство поршневых хладоновых компрессоров. Повышение надежности и экономичности компрессоров. Теплообменные и вспомогательные аппараты. Классификация и устройство конденсаторов. Классификация испарителей.

**Раздел 4. Типы холодильных машин, системы охлаждения.**

Холодильные агрегаты. Аммиачные холодильные агрегаты и машины. Фреоновые холодильные агрегаты и машины. Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины. Пароэжекторные холодильные машины.

**Раздел 5. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.**

Принципы автоматизации холодильных установок. Основные понятия об автоматическом регулировании. Схемы автоматизации холодильных установок. Схемы холодильных установок.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1. «Введение».
Семинарское занятие 2. «Термодинамические основы холодильных машин».
Семинарское занятие 3. «Конструкция холодильных машин».
Семинарское занятие 4. «Типы холодильных машин, системы охлаждения».
Семинарское занятие 5. «Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха».

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 28564-90. Машины и агрегаты холодильные на базе компрессоров объемного действия. Методы испытаний.
2. ГОСТ Р 51743-2001. Машины холодильные. Машины для охлаждения жидкости на базе турбокомпрессоров. Методы испытаний.
3. ГОСТ Р 58644-2019. Компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильные. Методы испытаний по определению основных характеристик. Часть 2. Компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильные.
4. ГОСТ 12.2.233-2012. Системы холодильные холодопроизводительностью свыше 3,0 кВт.
5. ГОСТ Р 54381-2011. Компрессоры холодильные.
6. ГОСТ 32968-2014. Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению.
7. ГОСТ 5546-86. Масла для холодильных машин. Технические условия.
8. ГОСТ 28547-90. Компрессоры холодильные объемного действия. Методы испытаний.
9. ГОСТ EN 378-4-2014. Системы холодильные и тепловые. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4 Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление.

### 4.2 Основная литература

1. Комарова Н.А. Холодильные установки. Основы проектирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово: КемТИПП, 2012. — 368 с.

2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Ч. 2. Расчет роторных компрессоров холодильных машин: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Носков [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2017. — 95 с.

3. Цветков О.Б. Расчет горизонтального кожухотрубного испарителя холодильной установки [Электронный ресурс] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Г.Л. Пятаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2008. — 31 с.

4. Ширяев Ю.Н. Расчет воздушного конденсатора холодильной установки: Метод. указания к самостоятельной работе для студентов всех спец. факультетов холодильной

техники, криогенной техники и кондиционирования воздуха очной формы обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Н. Ширяев, К.В. Гусев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. — 22 с.

5. Фомичев А.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 34 с.

### 4.3 Дополнительная литература

6. Дзино А.А. Тепловые насосы и термотрансформаторы: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / А.А. Дзино, О.С. Малинина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2015. — 68 с.

7. Ширяев Ю.Н. Расчет горизонтального кожухотрубного конденсатора холодильной установки: Метод. указания к самостоятельной работе для студентов всех спец. факультетов холодильной техники, криогенной техники и кондиционирова-ния очной формы обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Н. Ширяев, К.В. Гусев, И.А. Арсеньев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2009. — 30 с.

8. Ширяев Ю.Н. Расчет горизонтального кожухотрубного конденсатора холодильной установки: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Ю.Н. Ширяев, В.В. Митропов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2017. — 58 с.

9. Крупененков Н.Ф. Электронные регуляторы температуры (контроллеры) фирм Danfoss, Eliwell, AKO. Настройка параметров и алгоритма работы холодильной установки [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014. — 44 с.

10. Пигарев В.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха [Электронный ресурс]: учеб. / В.Е. Пигарев, П.Е. Архипов. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2003. — 424 с.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | |
|---|---|
| Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения | https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=12976 |

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3

http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательного комплекса «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

# 6. Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

## 7. Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций: тест, зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины – решение задач.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, вопросов для зачета, приведены в приложении.

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено», «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Установки для трансформации тепла и процессов охлаждения».

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; устный опрос, собеседование; тест.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на соответствующих формам обучения семестрах в форме зачета.

Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня. В билет включается один вопрос из разных разделов дисциплины и одно практическое задание. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 20 мин, устное собеседование – до 10 минут.

Приложение

## Список вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация установок для трансформации тепла и процессов охлаждения.
2. Термодинамические основы холодильных машин
3. Физические принципы получения низких температур.
4. Плавление и охлаждение смеси.
5. Кипение и сублимация.
6. Работа расширения газов.
7. Расширение газов путем дросселирования (эффект Джоуля—Томсона).
8. Вихревой эффект охлаждения.
9. Агрегатное состояние вещества.
10. Обратный цикл Карно.
11. Термодинамические диаграммы.
12. Тепловой расчет одноступенчатой паровой холодильной машины.
13. Диаграмма lgp- i.
14. Обратный цикл Карно.
15. Классификация и теплотехнические основы работы холодильных машин.
16. Рабочий процесс паровой компрессорной холодильной машины.
17. Холодопроизводительность компрессора и установки.
18. Рабочие процессы паровых двухступенчатых компрессионных холодильных машин.
19. Холодильные агенты и хладоносители.
20. Конструкция холодильных машин.
21. Компрессоры холодильных машин.
22. Классификация поршневых компрессоров.
23. Конструкция компрессоров.
24. Винтовые и роторные холодильные компрессоры.
25. Устройство поршневых хладоновых компрессоров.
26. Повышение надежности и экономичности компрессоров.
27. Теплообменные и вспомогательные аппараты.
28. Классификация и устройство конденсаторов.
29. Классификация испарителей.
30. Типы холодильных машин, системы охлаждения.
31.Холодильные агрегаты.
32. Аммиачные холодильные агрегаты и машины.
33. Фреоновые холодильные агрегаты и машины.
34. Абсорбционные водоаммиачные холодильные машины.
35. Пароэжекторные холодильные машины.
36. Регулирование и автоматизация работы холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.
37. Принципы автоматизации холодильных установок.
38. Основные понятия об автоматическом регулировании.
39. Схемы автоматизации холодильных установок.
40. Схемы холодильных установок.
41. Назначение трансформаторов тепла. Классификация;
42. Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла;
43. Газодинамические функции необходимые для расчета струйных аппаратов ТТ.
44. Области применения трансформаторов тепла.
45. Характеристики вихревой трубы.

46. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксэргии различных видов энергии.
47. Характерные зоны искусственного холода.
48. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла.
49. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.
50. Характеристики прямоструйных трансформаторов тепла.

## Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования

1) Охлаждение — это:
1. процесс отвода тепла или отдачи работы, сопровождающийся повышением температуры;
2. процесс подвода тепла и отдачи работы, сопровождающийся понижением температуры
3. процесс, сопровождающийся понижением температуры
4. процесс отвода тепла или отдачи работы, сопровождающийся понижением температуры.

2) Охлаждающие смеси образуются из веществ, которые в процессе растворения:
1. нет правильных ответов;
2. поглощают тепло;
3. поглощают энергию;
4. выделяют тепло.

3) Для охлаждения до температуры –21,2 °С используется:
1. хлористый калий со льдом;
2. хлористый натрий;
3. хлористый натрий со льдом;
4. хлористый магний.

5) Для охлаждения выше – 55 °С используется:
1. бромистый кальций со льдом;
2. нет правильных ответов;
3. хлористый кадмий со льдом;
4. хлористый кальций со льдом.

6) С понижением температуры плавления компонента в растворе холодопроизводительность 1 кг охлаждающей смеси:
1. уменьшается;
2. увеличивается;
3. не изменяется;
4. остается постоянной.

7) Процесс парообразования чистых веществ протекает при:
1. постоянных температуре и давлении;
2. постоянных температуре и энтальпии;
3. нет правильных ответов;
4. постоянных относительном объеме и давлении.

8) Внутренняя теплота парообразования, затрачиваемая на придание необходимой энергии молекулам при переходе из жидкости в пар:
1. $P = H'' – H'$;
2. $P = U'' – U'$;

3. нет правильных ответов;
4. $P = U'' + U'$.

9) Внешняя теплота парообразования, расходуемая на преодоление внешнего давления:
1. $\varphi = A\ d\ (\nu'' - \nu')$;
2. $\varphi = C\ P\ (\nu'' - \nu')$;
3. $\varphi = G\ (\nu'' - \nu')$;
4. $\varphi = A\ P\ (\nu'' - \nu')$.

10) Температура кипения и теплота парообразования каждого вещества зависят от:
1. удельного объема;
2. нет правильных ответов;
3. энтальпии;
4. давления.

11) При увеличении давления температура кипения:
1. повышается;
2. понижается;
3. не повышается;
4. сначала повышается, затем резко падает.

12) При увеличении давления теплота парообразования
1. не уменьшается;
2. нет правильных ответов;
3. увеличивается;
4. уменьшается.

13) Состояние вещества, в котором обе предельные точки переходной области из жидкости в пар совмещаются в одну с теплотой парообразования, равной 0, называется:
1. предельным;
2. критическим;
3. максимальным;
4. нулевым.

14) При температурах выше критических ни при каких условиях невозможен переход:
1. нет правильных ответов;
2. газов в твердую фазу;
3. газов в жидкость;
4. твердого состояния в жидкость.

15) Интенсивное испарение воды для получения охлаждающего эффекта наблюдается при:
1. низкой абсолютной влажности воздуха;
2. низкой относительной влажности воздуха;
3. низкой относительной температуре воздуха;
4. низком давлении воздуха.

16) Испарительное охлаждение водой применяется при:
1. относительно высоких температурах;
2. относительно высоких давлениях;
3. нет правильных ответов;
4. относительно высоких степенях сухости.

17) Фреон R11 имеет нормальную температуру кипения:
1. –24,05 °С;
2. нет правильных ответов;
3. –23,7 °С;
4. –28,7 °С.

18) Хладон R12 имеет нормальную температуру кипения:
1. –29,8 °С;
2. –30,8 °С;
3. –29,17 °С;
4. –49,8 °С.

19) Аммиак имеет нормальную температуру кипения:
1. –23,04 °С;
2. –33,4 °С;
3. –22,4 °С;
4. –33,12 °С.

20) Фреон R22 имеет нормальную температуру кипения:
1. – 42,8 °С;
2. нет правильных ответов;
3. – 148 °С;
4. – 40,8 °С.

21) Тройная точка характеризует состояние, в котором сосуществуют три фазы (твердая, жидкая и газообразная) в любых количественных соотношениях:
1. при определенном абсолютном давлении;
2. при определенной температуре;
3. нет правильных ответов;
4. при определенном давлении и температуре.

22) В тройной точке для CO2:
1. температура – 50,6 °С и давление 528 Па;
2. температура 56,6 °С и давление 0,528 кПа;
3. температура – 56,6 °С и давление 1,5·10-3 Па;
4. температура – 56,6 °С и давление 0,528 МПа.

23) Температура сублимации твердой углекислоты при атмосферном давлении:
1. – 78 °С;
2. – 70 °С;
3. – 68 °С;
4. нет правильных ответов.

24) В вакууме температура сублимации сухого льда может быть понижена до:
1. –150 °С;
2. –100 °С;
3. –110 °С;
4. –108 °С.

25) Температура и давление тройной точки воды:

1. 0,098 °С и 0,0623 МПа соответственно;
2. 98 °С и 623 МПа соответственно;
3. 0,00098 °С и 0,000623 МПа соответственно;
4. 198 °С и 0,000623 Па соответственно.

26) Водный лёд сублимирует при температурах:
1. нет правильных ответов;
2. ниже 20 0С;
3. ниже 0 К;
4. ниже нуля.

27) Расширение сжатого идеального газа с отдачей внешней работы сопровождается:
1. понижением влагосодержания;
2. понижением относительной влажности;
3. понижением температуры;
4. повышением температуры.

28) Отношение температур в политропическом процессе с показателем политропы n:
1. (T2/T1) = (P2/P1)(n−1/n);
2. нет правильных ответов;
3. (T2/T1) = (P2/P1);
4. (T1/T2) = (P2/P1)(n−1/n).

29) В адиабатическом (изоэнтропическом) процессе расширения отсутствует:
1. преобразование внутренней энергии;
2. совместная работа с внешней средой;
3. тепловые потери от трения;
4. теплообмен с внешней средой.

30) Процесс расширения газа в расширительной машине (детандере) протекает:
1. нет правильных ответов;
2. с совершением работы;
3. с отводом тепла;
4. с подводом тепла.

31) Резкое снижение давления жидкости или газа при прохождении их через суженное отверстие (вентиль, кран) называется:
1. конденсацией;
2. сублимацией;
3. дросселированием;
4. сжатием.

32) При дросселировании идеального газа объемная энергия:
1. растет;
2. не изменяется;
3. уменьшается;
4. не изменяется по направлению.

33) Точка, соответствующая состоянию реального газа, в котором эффект Джоуля—Томсона равен нулю, называется:
1. точкой инверсии;

2. нет правильных ответов;
3. точкой конверсии;
4. критической точкой.

34) В интервалах температур инверсии дросселирование дает:
1. эффект рассеивания энергии;
2. эффект закручивания потока;
3. охлаждающий эффект;
4. нет правильных ответов.

35) Эффект Джоуля—Томсона применяется при получении
1. особо низких температур;
2. высоких температур;
3. особо низких перепадов давления;
4. особо резких скачков энергии.

36) Термоэлектрические явления обусловлены наличием связи между:
1. процессами кристаллизации;
2. процессами сжатия и расширения;
3. волновыми процессами;
4. тепловыми и электрическими процессами.

37) Эффект Пельтье обусловлен особенностями прохождения потока электронов через поверхность спая:
1. нет правильных ответов;
2. разнородных металлов;
3. однородных металлов;
4. разнородных диэлектриков.

38) Агрегатное состояние вещества (твердого, жидкого, газообразного) зависит от внешних условий:
1. температуры плавления;
2. температуры и влажности;
3. температуры и давления;
4. нет правильных ответов.

39) Теплотой испарения называют количество тепла, необходимое для превращения 1 кг жидкости в сухой насыщенный пар:
1. при данном давлении и температуре;
2. при данном давлении;
3. при данном давлении и неизменной температуре;
4. при неизменной температуре.

40) Теплота конденсации — это количество тепла, которое необходимо отвести от 1 кг пара для перехода его:
1. в газообразное состояние;
2. в нестабильное состояние;
3. в жидкое состояние;
4. в твердое состояние.

## Примерный перечень задач для семинарских занятий

Задача 1.

По I—d-диаграмме влажного воздуха (рис.1) определить относительную влажность воздуха по температурам сухого термометра t –27 °С и мокрого термометра психрометра Ассмана tм = 18 °С.

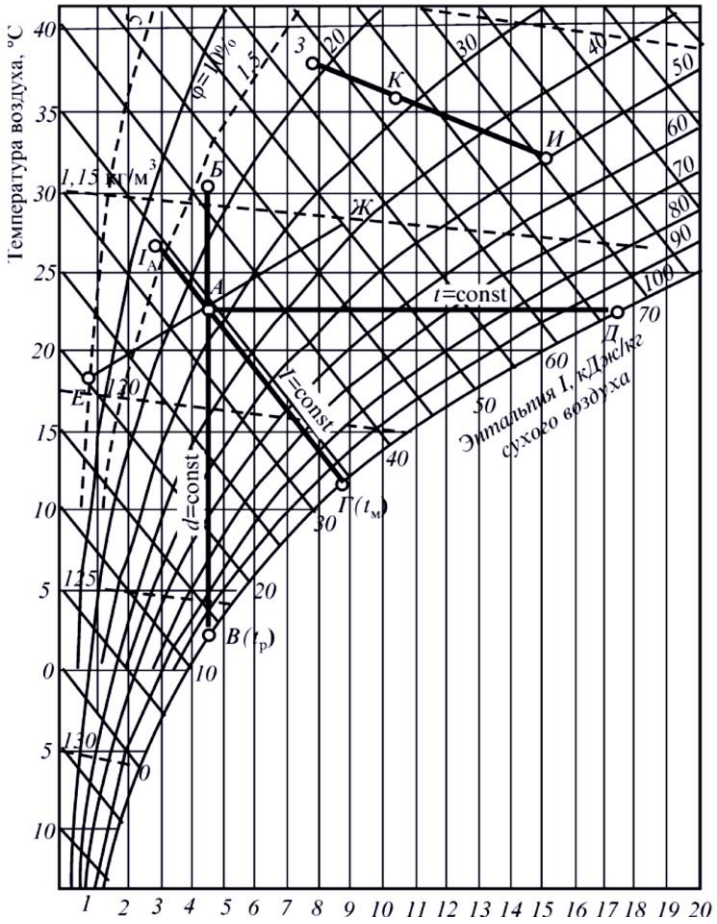



Рис. 1. Диаграмма влажного воздуха

Решение: находим на левой кромке диаграммы температуру 18 °С. Далее находим точку пересечения изотермы 18 °С с кривой насыщения (точка А') и из этой точки параллельно наклонным штриховым линиям проводим прямую до пересечения с изотермой 27 °С (точка А). Относительная влажность воздуха определяется положением точки А, которая находится немного выше кривой φ=40%. По масштабу с учетом его нелинейности (расстояние между ϕ=30% и φ=31% больше, чем между φ=39% и φ=40%) примерно определяем искомое значение $\varphi_A$=39%.

Задача 2. По I—d-диаграмме влажного воздуха (рис.1) определить точку росы, т.е. температуру, при которой из охлаждаемого воздуха с начальной температурой 30 °С и относительной влажностью 40 % начнет выпадать влага.

Решение: Находим на диаграмме точку, отвечающую указанным значениям, соединяем эту точку линией влагосодержания с кривой насыщения и по изотермам находим искомую температуру, которая в данном случае составляет 15,3 °С.

Задача 3. По I—d-диаграмме влажного воздуха (рис.1) найти теплосодержание и влагосодержание воздуха, имеющего температуру 25 °С и относительную влажность 70 %.

Решение: На пересечении изотермы t=25 °С и кривой относительной влажности φ=70% отмечаем точку Б, которая лежит между линиями теплосодержаний 60 и 65 (ближе к 60) кДж/кг. По масштабу определяем теплосодержание i=62,7 кДж/кг. Проведя из точки Б линию, параллельную линиям влагосодержаний, до нижней кромки диаграммы, таким же образом по масштабу найдем влагосодержание d=14,3 г/кг.