Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 14:57:06
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

# «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ»

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль

**Интеллектуальные тепловые энергосистемы**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная и заочная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

Зав. каф., к.т.н., доц. / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Ст. преп., б/с, б/з / И.Л. Савельев /
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
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
   - 4.2. Основная литература ... 9
   - 4.3. Дополнительная литература ... 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 11
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
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 ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

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

К основным целям освоения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах использования тепловой энергии в системах отопления и теплоснабжения промышленных объектов и ЖКХ, проектировании систем теплоснабжения;

– выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи повышения эффективности использования тепловой энергии в системах теплоснабжения, возможности снижения затрат на перекачку теплоносителя и потерь при транспортировке и распределении тепловой энергии;

– 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 и средств доставки и использования тепловой энергии у потребителя.

К основным задачам освоения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектировать и рассчитывать параметры систем теплоснабжения промышленных объектов и ЖКХ;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие системы теплоснабжения и теплопотребления и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методиках транспортировки тепловой энергии потребителю в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем централизованного и индивидуального теплоснабжения;

– научить анализировать результаты моделирования, производить поиск оптимизационного решения для систем теплоснабжения и отопления промышленных объектов и ЖКХ.

Обучение по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| **ПК-1**<br>Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД) | ИПК-1.1. Демонстрирует знание НТД по проверке технического состояния, оценке остаточного ресурса и ремонта ОПД<br>ИПК-1.2. Демонстрирует кругозор в сфере отечественного и мирового опыта в энергетической отрасли<br>ИПК-1.3. Соблюдает правила технологической дисциплины при контроле ОПД |
| **ПК-2**<br>Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства | ИПК-2.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства<br>ИПК-2.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при проведении профилактических осмотров и текущего ремонта |
| **ПК-3**<br>Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД с | ИПК-3.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства |

| | |
|---|---|
| использованием современных программных средств | ИПК-3.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД<br>ИПК-3.3. Выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла:

– Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике;

– Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

– Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;

– Нагнетатели и тепловые двигатели;

– Котельные установки и парогенераторы.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 8 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **72** | 72 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 54 | 54 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 0 | 0 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **72** | 72 |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 12 | 12 |
| 2.2 | Подготовка к курсовой работе | 16 | 16 |
| 2.3 | Самостоятельное изучение | 44 | 44 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | экзамен | экзамен |
| | **Итого** | **144** | 144 |

3.1.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 8 семестр |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **20** | 20 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 6 | 6 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 14 | 14 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 0 | 0 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **124** | 124 |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 24 | 24 |
| 2.2 | Подготовка к курсовой работе | 16 | 16 |
| 2.3 | Самостоятельное изучение | 84 | 84 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | экзамен | экзамен |
| | **Итого** | **144** | 144 |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы п/п дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | Раздел 1. Введение | 3 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | Раздел 2. Расчет теплового потребления | 13 | 1,5 | 5,5 | 0 | 0 | 6 |
| **3** | Раздел 3. Регулирование тепловой нагрузки | 16 | 2 | 6 | 0 | 0 | 8 |
| 4 | Раздел 4. Источники теплоснабжения | 12 | 2 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| **5** | Раздел 5. Расчет тепловых схем котельных и ТЭЦ | 14 | 2 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 6 | Раздел 6. Водоподготовка | 12 | 2 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| **7** | Раздел 7. Гидравлический расчет тепловых сетей | 14 | 2 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 8 | Раздел 8. Оборудование тепловых сетей | 16 | 2 | 6 | 0 | 0 | 8 |
| **9** | Раздел 9. Тепловой расчет трубопроводов | 14 | 2 | 4 | 0 | 0 | 8 |
| 10 | Раздел 10. Рациональная структура тепловых сетей | 15 | 1 | 6 | 0 | 0 | 8 |
| **11** | Раздел 11. Использование вторичных энергоресурсов в системах теплоснабжения | 15 | 1 | 6 | 0 | 0 | 8 |
| | **Итого** | **144** | **18** | **54** | **0** | **0** | **72** |

3.2.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы п/п дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | Раздел 1. Введение | 10 | 2 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| 2 | Раздел 2. Расчет теплового потребления | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| **3** | Раздел 3. Регулирование тепловой нагрузки | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| 4 | Раздел 4. Источники теплоснабжения | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| **5** | Раздел 5. Расчет тепловых схем котельных и ТЭЦ | 20 | 2 | 6 | 0 | 0 | 12 |
| 6 | Раздел 6. Водоподготовка | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| **7** | Раздел 7. Гидравлический расчет тепловых сетей | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| 8 | Раздел 8. Оборудование тепловых сетей | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| **9** | Раздел 9. Тепловой расчет трубопроводов | 18 | 2 | 4 | 0 | 0 | 12 |
| 10 | Раздел 10. Рациональная структура тепловых сетей | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| **11** | Раздел 11. Использование вторичных энергоресурсов в системах теплоснабжения | 12 | | | 0 | 0 | 12 |
| | **Итого** | **144** | **6** | **14** | **0** | **0** | **124** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1**. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Место систем теплоснабженияв структуре энергетического комплекса предприятия и ЖКХ. Принципы эффективного использования тепловой энергии в системах теплоснабжения. Основные термины и определения.

**Раздел 2**. Расчет теплового потребления

Сезонная нагрузка. Расчет отпуска тепла на отопление. Определение расхода тепла на отопление по площади застройки. Расчет отпуска тепла на вентиляцию. Круглогодичная нагрузка. Расчет годового отпуска тепла. График продолжительности тепловой нагрузки. Водяные системы теплоснабжения.

**Раздел 3**. Регулирование тепловой нагрузки

Тепловые характеристики теплообменных аппаратов. Качественное регулирование однородной нагрузки. Качественное регулирование разнородной нагрузки. Качественное регулирование по отопительной нагрузке. Графики расхода воды и температуры на ГВС. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке отопления и ГВС. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке закрытых систем теплоснабжения. Качественное регулирование по совмещенной нагрузке в открытых системах. Качественно-количественное регулирование.

**Раздел 4**. Источники теплоснабжения

Тепловая схема водогрейной котельной. Тепловая схема паровой котельной. Тепловая схема пароводогрейной котельной. Тепловая схема ТЭЦ.

**Раздел 5**. Расчет тепловых схем котельных и ТЭЦ

Общие положения расчета тепловых схем котельных. Особенности расчета тепловых схем водогрейных котельных. Расчет тепловой схемы паровой котельной. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ.

**Раздел 6**. Водоподготовка

Промышленная водоподготовка. Очистка воды для ЖКХ. Подготовка воды для котельных. Установки умягчения периодического действия. Установки умягчения непрерывного действия. Установки обезжелезивания и фильтрации. Сорбционные установки. Установки обратного осмоса.

**Раздел 7**. Гидравлический расчет тепловых сетей

Схемы и конфигурации тепловых сетей. Основные расчетные зависимости. Порядок гидравлического расчета. Пьезометрический график тепловой сети. Особенности гидравлического расчета паропроводов. Особенности расчета конденсатопроводов. Режим давления в сети и выбор схемы абонентского ввода. Гидравлический режим тепловых сетей. Сопротивление сети. Включение насосных подстанций. Работа сети с двумя источниками питания. Кольцевая сеть. Включение насосных подстанций в сети с двумя источниками питания. Гидравлический режим открытых систем теплоснабжения.

**Раздел 8**. Оборудование тепловых сетей

Прокладка трубопроводов. Опоры трубопроводов. Компенсация температурных деформаций. Особенности температурной компенсации при бесканальной прокладке. Радиальная компенсация.

**Раздел 9**. Тепловой расчет трубопроводов

Наземная прокладка трубопроводов. Подземная прокладка трубопроводов. Подземная бесканальная однотрубная прокладка. Подземная бесканальная двухтрубная прокладка. Подземная канальная прокладка. Тепловые потери трубопровода. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам и их свойства. Теплоизоляционные материалы, изделия и конструкции при надземной и подземной прокладках тепловых сетей. Теплоизоляционные материалы и конструкции бесканальных прокладок. Дефекты предизолированных трубопроводов в системе теплоснабжения.

**Раздел 10.** Рациональная структура тепловых сетей

Основные недостатки современных тепловых сетей. Гидравлическая устойчивость сети. Нейтральные точки. Управляемость системы. Резервирование. Выбор схем подключения абонентских установок. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Центральный тепловой пункт (ЦТП). Присоединение систем отопления к тепловым сетям в ИТП. Присоединение систем горячего водоснабжения к тепловым сетям в ИТП. Автоматизированные тепловые пункты.

**Раздел 11.** Использование вторичных энергоресурсов в системах теплоснабжения

Потенциальные запасы вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Вторичные энергоресурсы промпредприятий, используемые для генерации теплоты. Их количество, параметры, доля полезного использования в системах теплоснабжения. Проект для системы транспорта тепловой энергии. Проект для оборотных и прямоточных систем технического водоснабжения тепловых электрических станций.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1. «Основные положения».

Семинарское занятие 2-4. «Определение тепловых потоков на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение».

Семинарское занятие 5-8. «Расчёт и построение графиков часовых расходов тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение».

Семинарское занятие 9-12. «Построение графика центрального качественного регулирования».

Семинарское занятие 13-16. «Определение расходов сетевой воды».

Семинарское занятие 17-20. «Гидравлический расчёт тепловых сетей».

Семинарское занятие 21-24. «Гидравлические режимы водяных тепловых сетей».

Семинарское занятие 25-27. «Расчёт толщины тепловой изоляции».

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тепловой и гидравлический расчёт районной теплосети.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 34060-2017 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ.

2. ГОСТ Р 59501-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем отопления. Правила и контроль выполнения работ.

3. ГОСТ Р 59510-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка теплонасосных систем теплохладоснабжения зданий. Правила и контроль выполнения работ.

4. ГОСТ Р 70095-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем холодоснабжения. Правила и контроль выполнения работ.

5. ГОСТ Р 59135-2020 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем горячего и холодного водоснабжения. Правила и контроль выполнения работ.

6. ГОСТ 34058-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка, техническое обслуживание и ремонт испарительных и компрессорно-конденсаторных блоков бытовых систем кондиционирования. Правила и контроль выполнения работ.

7. ГОСТ Р 70100-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем воздушного отопления складских зданий. Правила и контроль выполнения работ.

8. ГОСТ Р 70093-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем кондиционирования с переменным расходом хладагента. Правила и контроль выполнения работ.

9. РД 34.70.110-92 Правила организации пусконаладочных работ на тепловых электростанциях.

### 4.2 Основная литература

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд. МЭИ. 2001, - 471 с.

2. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат. 1990, - 302 с.

3. Варфоломеев Ю. М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети. – М.: Инфра-М, 2006, - 480 с.

4. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. – М.: Энергоатомиздат. 1986, - 320 с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. Производственные и отопительные котельные. - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 248 с.

2. Сазанов Б.В., Юренев В.Н., Баженов М.И. и др. Промышленные тепловые электростанции. Под ред. Е.Я.Соколова. Учебник для ВУЗов. - М.: Энергия, 1978, - 285 с.

3. Громогласов А.А, Копылов А.С., Пильщиков А.П. Водоподготовка: процессы и аппараты. - М.: Энергоатомиздат, 1990, - 271 с.

4. Соловьев Ю.П. Проектирование крупных центральных котельных для комплекса тепловых потребителей. - М.: Энергия, 1978, - 189 с.

5. Соловьев Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. - М.: Энергия, 1978, - 191с.

6. Соловьев Ю.П., Михельсон А.И. Вспомогательное оборудование ТЭЦ, центральных котельных и его автоматизация. - М.: Энергия, 1972, - 256 с.

7. Проектирование тепловых пунктов. СП 41-101-95, Издание официальное. Минстрой России. - М.: 1997

8. Переверзев В.А., Шумов В.В. Справочник мастера тепловых сетей. - М.: Энергоатомиздат. 1987, - 271 с.

9. Стерман А.С., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1991, - 327 с.

10. Кострикин Ю.М., Мещерский Н. А., Коровина О.В. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 251с.

### 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 | |
|---|---|
| Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ | https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1949 |

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

### 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-образовательном комплексе «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:

– курсовой работы;

– подготовка и выступление на семинарском занятии с докладом и обсуждением;

– тест, экзамен.

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

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, 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 экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ».

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. 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. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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; доклад, сообщение; устный опрос, собеседование; тест.

7.3.2. Промежуточная аттестация

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

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня. В билет включается два вопроса 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 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

**Приложение**

## Пример задания для курсового проектирования

| Город | Москва |
|---|---|
| Расчетная температура наружного воздуха $t_o$, °С | -28 |
| Расчетная температура наружного воздуха для вентиляции $t_{vнр}$, °С | -15 |
| Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха $t_i$, °С | 20 |
| Общая площадь жилого здания на одного жителя $f_{общ}$, м$^2$/чел | 18 |
| Плотность населения Р, чел/га | 242 |
| Средняя за отопительный период норма расхода горячей воды на одного жителя в сутки α, л/сут. | 115 |
| Площадь квартала 1 $F_{кв1}$, га | 5 |
| Площадь квартала 2 $F_{кв2}$, га | 8 |
| Площадь квартала 3 $F_{кв3}$, га | 5 |
| Площадь квартала 4 $F_{кв4}$, га | 5 |
| Площадь квартала 5 $F_{кв5}$, га | 20 |
| Площадь квартала 6 $F_{кв6}$, га | 10 |
| Площадь квартала 7 $F_{кв7}$, га | 6 |
| Площадь квартала 8 $F_{кв8}$, га | 5 |
| Площадь квартала 9 $F_{кв9}$, га | 16 |
| Площадь квартала 10 $F_{кв10}$, га | 4 |
| Удельный показатель теплового потока на отопление жилых зданий $q_o$, Вт/м$^2$ | 87 |
| Укрупненные показатели среднего теплового потока на горячее водоснабжение $q_h$, Вт | 407 |
| Температура горячей воды $t_г$, °С | 55 |
| Температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период $t_c$, °С | 5 |
| Температура холодной (водопроводной) воды в неотопительный период $t_c^s$, °С | 15 |
| Температура сетевой воды в подающей магистрали $\tau_1$, °С | 95 |
| Температура сетевой воды в обратной магистрали $\tau_2$, °С | 70 |
| Температура сетевой после элеватора $\tau_3$, °С | 85 |
| Точка излома в подающем трубопроводе $\tau_1^I$, °С | 70 |
| Балансовый коэффициент для нагрузки горячего водоснабжения $\alpha_б$ | 1.2 |
| | |

**Список экзаменационных вопросов по дисциплине**

1. Расчет теплового потребления
2. Сезонная нагрузка
3. Расчет отпуска тепла на отопление
4. Определение расхода тепла на отопление по площади застройки
5. Расчет отпуска тепла на вентиляцию
6. Круглогодичная нагрузка
7. Расчет годового отпуска тепла. График продолжительности тепловой нагрузки
8. Водяные системы теплоснабжения
9. Регулирование тепловой нагрузки
10. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов
11. Качественное регулирование однородной нагрузки
12. Качественное регулирование разнородной нагрузки
13. Качественное регулирование по отопительной нагрузке
14. Графики расхода воды и температуры на ГВС
15. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке отопления и ГВС
16. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке закрытых систем теплоснабжения
17. Качественное регулирование по совмещенной нагрузке в открытых системах
18. Качественно-количественное регулирование
19. Источники теплоснабжения
20. Тепловая схема водогрейной котельной
21. Тепловая схема паровой котельной
22. Тепловая схема пароводогрейной котельной
23. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ
24. Водоподготовка
25. Гидравлический расчет тепловых сетей
26. Схемы и конфигурации тепловых сетей
27. Основные расчетные зависимости
28. Порядок гидравлического расчета
29. Пьезометрический график тепловой сети
30. Особенности гидравлического расчета паропроводов
31. Особенности расчета конденсатопроводов
32. Оборудование тепловых сетей
33. Прокладка трубопроводов
34. Опоры трубопроводов
35. Компенсация температурных деформаций
36. Особенности температурной компенсации при бесканальной прокладке
37. Тепловой расчет трубопроводов
38. Наземная прокладка трубопроводов
39. Подземная прокладка трубопроводов
40. Подземная бесканальная однотрубная прокладка
41. Подземная бесканальная двухтрубная прокладка
42. Подземная канальная прокладка
43. Тепловые потери трубопровода
44. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей
45. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам и их свойства
46. Теплоизоляционные материалы, изделия и конструкции при надземной и подземной прокладках тепловых сетей
47. Теплоизоляционные материалы и конструкции бесканальных прокладок
48. Основные недостатки современных тепловых сетей

49. Резервирование
50. Назначение и оборудование тепловых пунктов
51. Центральный тепловой пункт (ЦТП)
52. Присоединение систем отопления к тепловым сетям в ИТП
53. Присоединение систем горячего водоснабжения к тепловым сетям в ИТП
54. Автоматизированные тепловые пункты
55. Использование вторичных энергоресурсов в системах теплоснабжения

## Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования

**::ИТ-1:: Какой расчёт проводился в рамках курсового проекта**
= Расчёт теплосети
~ Расчёт котлоагрегата
~ Расчёт теплообменного аппарата
~ Расчёт системы отопления

**::ИТ-2:: Что является исходными данными для расчёта**
~ Площадь кварталов
~ Плотность населения
~ Удельный показатель теплового потока на отопление жилых зданий
~ Температура сетевой воды в обратной магистрали
= Все ответы верны

**::ИТ-3:: Согласно какому документу, определялась расчётная температура наружного воздуха $t_o$?**
= СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
~ СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»
~ СП 56.13330.2011 «Производственные здания»
~ Все ответы верны

**::ИТ-4:: Для расчёта максимальных тепловых потоков на отопление необходимо знать {**
~ Площадь поверхности теплообмена
~ Температурный график теплосети
~ Коэффициент теплоотдачи потребителю
~ Теплоёмкость теплоносителя
~ Всё ответы верны
= Нет верного ответа

**::ИТ-5:: Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение можно определить как**
= $2{,}4 \cdot q_h \cdot m$
~ $2{,}4 \cdot q_o \cdot m$
~ $q_h \cdot m$
~ $q_o \cdot m$

**::ИТ-6:: Для построения часовых графиков расходов теплоты на отопление и вентиляцию необходимо знать**

~ Два значения тепловых потоков: максимальные $Q_{omax}$ и $Q_{vmax}$

~ Продолжительность стояния температур для данного региона

= Два значения тепловых потоков: максимальные $Q_{omax}$ и $Q_{vmax}$ и продолжительность стояния температур для данного региона

~ Нет верного ответа

**::ИТ-7:: Для построения годового графика по месяцам используют**

= Среднемесячные температуры наружного воздуха

~ Среднегодовые температуры наружного воздуха

~ Продолжительность стояния температур наружного воздуха

~ Температуру точки излома графика регулирования теплосети

~ Все ответы верны

**::ИТ-8:: Суммарный тепловой поток для каждого месяца отопительного периода определяется как**

~ Сумма тепловых потоков на отопление и среднечасового теплового потока для данного периода на горячее водоснабжение

~ Произведение тепловых потоков на отопление, вентиляцию и среднечасового теплового потока для данного периода на горячее водоснабжение

~ Разность тепловых потоков на отопление, вентиляцию и среднечасового теплового потока для данного периода на горячее водоснабжение

= Нет верного ответа

**::ИТ-9:: Для неотопительного периода (при $t_н \geq +8\ ^oC$), суммарный тепловой поток будет равен**

~ 0

= Тепловому потоку на горячее водоснабжение в данный период

~ Тепловому потоку на горячее водоснабжение в пик потребления

~ Тепловому потоку на отопление

~ Тепловому потоку на вентиляцию

**::ИТ-10:: Какой тип регулирования отпуска тепла потребителю применяется в рассчитываемой тепловой сети**

= Качественный

~ Количественны

~ Качественно-количественный

~ Турбулентный

~ Ламинарный

**::ИТ-11:: Рассчитываемая в курсовом проекте тепловая сеть является**

~ Кольцевой

= Тупиковой

~ Параллельной

~ Все ответы верны

**::ИТ-12:: Какая схема присоединения потребителей предусмотрена в курсовом проекте**

= Зависимая

~ Независимая

~ Смешенная

~ Полупроводниковая

**::ИТ-13:: В начале отопительного сезона температура в подающем трубопроводе тепловой сети равна**

= 70 $^0$C

~ 90 $^0$C

~ 115 $^0$C

~ 130 $^0$C

~ 150 $^0$C

**::ИТ-14:: В каком случае целесообразно регулирование по совмещённой нагрузке отопления и горячего водоснабжения?**

= в системах теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) жилищно-коммунальной нагрузкой

~ в системах теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) промышленной нагрузкой

~ в системах теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) турбулентной нагрузкой

~ в системах теплоснабжения с преобладающей (более 65 %) ламинарной нагрузкой

**::ИТ-15:: Перепад температур сетевой воды в верхней ступени водоподогревателя $\delta_1$ определяют по формуле:**

= $\delta - \delta_2$

~ $\tau_{02} - \delta_2$

~ $\tau_{01} + \delta_1$

~ $\alpha \cdot Q_{hm}$