МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Абонентские устройства тепловых сетей»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Теплоэнергетические установки, системы и комплексы

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах проектирования и эксплуатации абонентских устройств и вводов систем теплоснабжения, испытаний и контроля их теплотехнологических параметров;

– изучение способов повышения эффективности проектирования, расчета и эксплуатации абонентских устройств систем теплоснабжения промпредприятий и коммунального сектора, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и анализа режимов эксплуатации тепловых пунктов.

– 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 расчета, проектирования и эксплуатации абонентских устройств, в том числе тепловых пунктов (ЦТП, ИТП).

К **основным задачам** освоения дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектирования и оценки эффективности элементов абонентских устройств и тепловых пунктов;

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

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

– дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных систем в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать результаты моделирования абонентских устройств, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Абонентские устройства тепловых сетей» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла основной образовательной программы бакалавриата.

«Абонентские устройства тепловых сетей» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла:

– Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ;
– Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
– Тепломассообменное оборудование предприятий;
– Нагнетатели и тепловые двигатели;
– Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** • Основные методы организации метрологического обеспечения технологических процессов **уметь:** • Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования **владеть:** • Методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования
ПК-1	Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов	**знать:** • Методы освоения и доводки технологических процессов **уметь:** • Проводить освоение и доводку технологических процессов

	профессиональной деятельности (ОПД)	**владеть:** • Методами проведения работ по освоению и доводке технологических процессов
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** • Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; • Методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования **уметь:** • Обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; • Проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования **владеть:** • Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; • Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования
ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	**знать:** • Методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; • Правила подготовки технической документации на ремонт **уметь:** • Обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; • Осуществлять подготовку технической документации на ремонт **владеть:** • Методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; • Правилами подготовки технической документации на ремонт

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 18 часов – лекции, 18 часов – практические занятия, 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Седьмой семестр

Тема 1. **Введение.**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль теплоснабжения в развитии экономики. Классификация основных потребителей и поставщиков тепловой энергии по видам тепловой нагрузки. Абонентские устройства потребителей тепловой энергии. Основные термины и определения.

Тема 2. **Потребители тепла.**

Нормы расхода тепла. Графики потребления тепла. Системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения

Тема 3. **Режим работы тепловых сетей.**

Системы теплоснабжения. Тепловой режим работы сетей. Гидравлический режим работы сетей. Требования к установкам потребителей.

Тема 4. **Схемы присоединения систем отопления.**

Независимые схемы. Зависимые схемы. Выбор схемы присоединения.

Тема 5. **Схемы присоединения калориферных установок.**

Основные требования, предъявляемые к энергетическим калориферным установкам. Конструкции энергетических калориферов. Компоновки энергетических - калориферных установок. Тепловые схемы калориферных установок. Воздушные тракты. Пароводяные тракты установок ППВ. Выбор теплоносителя и оценка тепловой эффективности. Методика теплового, гидравлического и аэродинамического расчета калориферных установок.

Тема 6. **Схемы присоединения систем горячего водоснабжения.**

Закрытые системы теплоснабжения. Открытые системы теплоснабжения. Комплексные схемы присоединения. Выбор схем присоединения.

Тема 7. **Методы регулирования отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.**

Комбинированное регулирование. Центральное регулирование. Групповое регулирование. Местное регулирование. Индивидуальное регулирование. Прерывистое регулирование.

Тема 8. **Схемы тепловых пунктов.**

Индивидуальные и центральные тепловые пункты. Резервирование теплоснабжения потребителей. Схемы тепловых пунктов жилых и общественных зданий. Схемы тепловых пунктов промышленных предприятий.

Тема 9. **Оборудование тепловых пунктов**.

Элеваторы и центробежные насосы. Подогреватели. Аккумуляторы, грязевики, трубопроводы, арматура. Установки по защите систем горячего водоснабжения.

Тема 10. **Организация проектирования и компоновка тепловых пунктов.**

Организация проектирования. Компоновка центральных тепловых пунктов. Компоновка индивидуальных тепловых пунктов.

Тема 11. **Проектирование ИТП: расчет, принципиальные схемы.**

Индивидуальные тепловые пункты (ИТП). Системы теплообеспечения дома с помощью ИТП. Регулирование объема и структуры внутреннего потребления расходом теплоносителя во внешнем контуре. Выбор схемы и установка ИТП автоматизированного типа. Проектирование ИТП, монтаж и установка ИТП.

Тема 12. **Авторегуляторы и приборы контроля.**

Авторегуляторы прямого действия. Авторегуляторы непрямого действия. Контрольно-измерительные приборы.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам современного проектирования и 3D-моделирования абонентских вводов и

устройств систем теплоснабжения, а также эффективных методов эксплуатации оборудования тепловых пунктов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия практического типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методика и средства проектирования современных блочных тепловых пунктов» (индивидуально для каждого обучающегося);
- доклад по теме: «Методы эффективной эксплуатации и пусконаладки оборудования тепловых пунктов» (индивидуально для каждого обучающегося).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по практическим заданиям.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
ПК-1	Способность планировать и осуществлять контроль деятельности

	персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов
ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

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

ОПК-3 - способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции**
знать: Основные методы организации метрологического обеспечения технологических процессов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основные методы организации метрологического обеспечения технологических процессов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основные методы организации метрологического обеспечения технологическ	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основные методы организации метрологического обеспечения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основные методы организации метрологического обеспечения технологическ

		их процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	их процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

			новые, нестандартные ситуации.	
владеть: Методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования	Обучающийся владеет методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-1 - Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)				
знать: Методы освоения и доводки технологических процессов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы освоения и доводки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы освоения и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы освоения и доводки

	технологических процессов	доводки технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	освоения и доводки технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Проводить освоение и доводку технологических процессов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить освоение и доводку технологических процессов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить освоение и доводку технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить освоение и доводку технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить освоение и доводку технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Методами проведения работ по освоению и доводке	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения работ	Обучающийся владеет методами проведения работ по освоению и	Обучающийся частично владеет методами проведения работ по	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения работ по

технологически х процессов	по освоению и доводке технологических процессов	доводке технологическ их процессов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	освоению и доводке технологиче ских процессов, навыки освоены, но допускаются незначительн ые ошибки, неточности, затруднения при аналитическ их операциях, переносе умений на новые, нестандартн ые ситуации.	освоению и доводке технологически х процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-3 - Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов				
знать: Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактичес ких осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактичес ких осмотров и текущего ремонта оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийс я демонстриру ет частичное соответствие следующих знаний: методы проведения работ по оценке техническог о состояния и остаточного ресурса оборудован ия в организации ; методы проведения профилакти ческих осмотров и текущего ремонта оборудован	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; методы проведения профилактичес ких осмотров и текущего ремонта оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ия, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	
уметь: Обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ	Обучающийся владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения типовых, плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-4 - Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД				
знать: Методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правила подготовки технической	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правила подготовки технической документации на ремонт	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правила подготовки	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части;

документации на ремонт		технической документации на ремонт. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	оборудование, запасные части; правила подготовки технической документации на ремонт, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	правила подготовки технической документации на ремонт, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; осуществлять подготовку технической документации на ремонт	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; осуществлять подготовку технической документации на ремонт	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; Осуществлять подготовку технической документации на ремонт. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; Осуществлять подготовку технической документации на ремонт. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; Осуществлять подготовку технической документации на ремонт. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

			аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	
владеть: Методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правилами подготовки технической документации на ремонт	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правилами подготовки технической документации на ремонт	Обучающийся владеет методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правилами подготовки технической документации на ремонт в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правилами подготовки технической документации на ремонт, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; правилами подготовки технической документации на ремонт, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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» или «не зачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	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.
Не зачтено	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 приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. — 472 с.
2. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с.
3. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Круглов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 192 с.
4. Королев А.Т. Организация проектирования объектов теплоснабжения: курс лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. — 160 с.
5. Лебедев В.М. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев, С.В. Приходько. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. — 354 с.

б) дополнительная литература:

1. Матиящук С.В. Комментарий к Федеральному закону от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ «О теплоснабжении» (постатейный) [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Юстицинформ, 2011. — 160 с.

2. Михайлишин Е.В. Теплоснабжение жилых районов: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Е.В. Михайлишин, Ю.И. Толстова. — Электрон. дан. — Екатеринбург: УрФУ, 2012. — 100 с.

3. Посашков, М.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.В. Посашков, В.И. Немченко, Г.И. Титов. — Электрон. дан. — Самара: АСИ СамГТУ, 2014. — 192 с.

4. Методика определения фактических потерь тепловой энергии через тепловую изоляцию трубопроводов водяных тепловых сетей систем центрального теплоснабжения. Утверждена Минэнерго России 20.02.2004 г [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Москва: ЭНАС, 2004. — 56 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: Online.mospolytech.ru

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;
- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2415, оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.), экспериментальная котельная на базе ОАО

ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных методов проектирования, моделирования и эксплуатации оборудования тепловых сетей, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным производственным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

− рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

− методические указания и пособия;

− контрольные задания для закрепления теоретического материала;

− электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.

2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение

письменного опроса (тестирование) магистров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавра включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Бакалавры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы».

Авторы

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Старший преподаватель
кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Е.А. Чугаев

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП Е.А. Чугаев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Абонентские устройства тепловых сетей» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
	Седьмой семестр														
Тема 1	**Лекция. Введение**	7	1	1			2								
	Семинарское занятие				2										
Тема 2	**Лекция. Потребители тепла**	7	2	1			4								
	Семинарское занятие				2										
Тема 3	**Лекция. Режим работы тепловых сетей**	7	3	1			6								
	Семинарское занятие				2										
Тема 4	**Лекция. Схемы присоединения систем отопления**	7	4-5	1			6								
	Семинарское занятие				2								+		
	Выборочный приемочный и текущий контроль.											+			
Тема 5	**Лекция. Схемы присоединения калориферных установок**	7	6-7	1			6								
	Семинарское занятие				2										
Тема 6	**Лекция. Схемы присоединения систем горячего водоснабжения**	7	8-9	1			6								
	Семинарское занятие				2								+		

Тема 7	**Лекция. Методы регулирования отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения**	7	10-11	2			6								
	Семинарское занятие				2										
Тема 8	**Лекция. Схемы тепловых пунктов**	7	12-13	2			6								
	Семинарское занятие				2										
Тема 9	**Лекция. Оборудование тепловых пунктов**	7	14-15	2			6								
	Семинарское занятие				2							+			
Тема 10	**Лекция. Организация проектирования и компоновка тепловых пунктов**	7	16	2			8								
Тема 11	**Лекция. Проектирование ИТП: расчет, принципиальные схемы**	7	16	2			8								
Тема 12	**Лекция. Авторегуляторы и приборы контроля**	7	17	2			8								
	Форма аттестации	7	18												З
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре			18	18		72								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
ОП (профиль): «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы»
Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Абонентские устройства тепловых сетей»

Москва 2022

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Абонентские устройства тепловых сетей					
ФГОС ВО **13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика**					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	**знать:** Основные методы организации метрологического обеспечения технологических процессов **уметь:** организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования **владеть:** Методами организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы тех. оборудования	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с организацией метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования. Повышенный уровень: способен формулировать задания на разработку нестандартных проектных решений, связанных с организацией метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования с их последующим анализом

ПК-1	Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)	**знать:** Методы освоения и доводки технологических процессов **уметь:** Проводить освоение и доводку технологических процессов **владеть:** Методами проведения работ по освоению и доводке технологических процессов	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования Повышенный уровень: способность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов по проектам с усложненными условиями, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности нестандартных проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудованияв нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	**знать:** Методы проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Методы проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования **уметь:** Обеспечивать проведение работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Проводить профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования **владеть:** Методами проведения работ по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования в организации; Навыками проведения профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

ПК-4	Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	**знать:** Методы проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; Правила подготовки технической документации на ремонт **уметь:** Обеспечивать проведение обслуживания технологического оборудования, составлять заявки на оборудование, запасные части; Осуществлять подготовку технической документации на ремонт **владеть:** Методами проведения обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части; Правилами подготовки технической	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Зачет, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Базовый уровень: способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

Приложение 3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Перечень практических работ по дисциплине

1. Определение потребности абонента в тепловой нагрузке. Расчет нагрузки по видам, тепловой баланс потребителя.
2. Построение графиков теплопотребления. Прогнозирование потребности в тепловой энергии.
3. Определение параметров теплового режима сети.
4. Определение однородной и разнородной тепловой нагрузки потребителя.
5. Расчет параметров теплоносителя у потребителя тепловой энергии.
6. Определение параметров основного оборудования тепловых сетей. Выбор схемы присоединения.
7. Определение параметров регулирования тепловой нагрузки.
8. Проектирование тепловых пунктов.
9. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов.

Приложение 4

Примеры задач для семинарских занятий

Задача 1: Исходные данные: В построенном 10-этажном жилом доме имеется 40 квартир повышенного благоустройства, с числом жителей по 5 чел. в каждой.

Требуется определить средние и максимальные тепловые потоки, а также годовой расход теплоты на горячее водоснабжение жилого дома.

Решение: По формулам [1] определим средний тепловой поток на ГВС в сутки наибольшего водопотребления в неотопительный период, приняв по табл. 1 [1] расход горячей воды в 130 л/сут. с температурой 15 °С:

$$q_{ГВС\,летн} = 1{,}2 \cdot 200 \cdot 130 \cdot (55 - 15) \cdot 4{,}19/24 \cdot 3{,}6 = 60\,522{,}2\ Вт = 60{,}5\ кВт, примем\ 61\ кВт.$$

2. По формуле (2) [1] определим максимальный тепловой поток на ГВС в сутки наибольшего водопотребления в неотопительный период:

$$q_{ГВС\,летн\,макс} = 2{,}4 \cdot 61 = 146{,}4\ кВт.$$

3. Аналогично определим средний и максимальный тепловой поток на ГВС в сутки наибольшего водопотребления в отопительный период, приняв $t_в = 5$ °С:

Средний тепловой поток

$q_{ГВС\ зимн} = 1{,}2 \cdot 200 \cdot 130 \cdot (55\text{-}5) \cdot 4{,}19/24 \cdot 3{,}6 = 75652{,}8$ Вт = 75,7 кВт, примем 76 кВт.

Максимальный тепловой поток

$q_{ГВС\ зимн\ макс} = 2{,}4 \cdot 75{,}7 = 181{,}68$ кВт = 182 кВт.

4. По формуле (4) [1] определим годовые расходы теплоты на ГВС:

$$\Sigma Q_{ГВС} = Q_{ГВС\,летн} + Q_{ГВС\,зимн} = 86{,}4 \cdot 61 \cdot (365 - 213) + 86{,}4 \cdot 76 \cdot 213 = 801\ 100{,}8 + 1398643{,}2$$
$$= 2\,199\,744\ кДж/год = 524\,998{,}6\ ккал/год = 525\ Гкал/год.$$

Задача 2: Исходные данные: В рабочем поселке городского типа построен банно-прачечный комбинат в составе бани (шаечное мытье с душевой) пропускной способностью 50 чел/ч и механизированная прачечная производительностью до 600 кг сухого белья в сутки.

Требуется: Определить расходы теплоты на горячее водоснабжение бани и на стирку белья в час, в сутки максимальное водопотребление, в годовом разрезе, приняв для расчета (данные по СНиП):

- норма расхода воды на 1 посетителя общая - 180 л, в том числе горячей воды - 120 л (65 °С);
- норма расхода воды на 1 кг сухого белья общая 75 л, в том числе горячей воды - 25 л (65 °С);
- режим работы 12 ч в сутки, 350 дней в году, коэффициент понижения $\beta = 0{,}8$.

Решение: Часовой расход теплоты баней, тепловой поток:

$$Q_{б.ч} = 120 \cdot (65 - 5) \cdot 4{,}19 \cdot 50 \cdot 12/12 = 1508400\ кДж/ч = 419\ кВт, примем\ 420\ кВт.$$

Расход теплоты баней в средние сутки водопотребления:

$$Q_{б.с} = 1\,508\,400 \cdot 12 = 18\,100\,800\ кДж = 4\,320\,000 ккал = 4{,}32\ Гкал.$$

Годовой расход теплоты баней:

$$\Sigma Q_б = Q_{б.зимн} + Q_{б.летн} = 419 \cdot 213 \cdot 86\,400 \cdot 0{,}5 + 419 \cdot 0{,}8 \cdot (350 - 213)\,86\,400 \cdot 0{,}5$$
$$= (3855{,}5 + 1983{,}9) \cdot 10^6 = 5839{,}4 \cdot 10^6 \text{ кДж} = 1393{,}6 \cdot 10^6 \text{ ккал} = 1394 \text{ Гкал}.$$

Часовой расход теплоты прачечной, ее тепловой поток:

$$Q_{п.ч} = 25 \cdot 60 \cdot 4{,}19 \cdot 600/12 = 314250 \text{ кДж/ч} = 87{,}3 \text{ кВт, примем } 88 \text{ кВт}.$$

Расход теплоты прачечной в средние сутки водопотребления:

$$Q_{п.сут} = 314\,250 \cdot 12 = 3\,771\,000 \text{ кДж} = 0{,}9 \text{ Гкал}.$$

Годовой расход теплоты прачечной:

$$\Sigma Q_{п.} = Q_{п.зимн} + Q_{п.летн} = 87{,}3 \cdot 213 \cdot 86\,400 \cdot 0{,}5 + 87{,}3 \cdot (350 - 213) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5 = 1\,216\,639 \cdot 10^3 \text{ кДж}$$
$$= 290\,367 \cdot 10^3 \text{ ккал} = 290{,}4 \text{ Гкал, примем } 293 \text{ Гкал}.$$

Суммарный тепловой поток комбината:

$$Q_к = Q_б + Q_п = 420 + 88 = 508 \text{ кВт}.$$

Годовой расход теплоты комбината на технологические нужды:

$$\Sigma Q_{к.} = \Sigma Q_{б.} + \Sigma Q_{п.} = 1394 + 290 = 1684 \text{ Гкал}.$$

Задача 3: Исходные условия: Зимой на комбинат ЖБК завезли 100 м^3 песка, заготовленного осенью для изготовления железобетонных изделий.

Требуется: Определить расход теплоты на подогрев 100 м^3 песка влажностью 15% (по весу) от -10 °С до +35 °С, приняв объемный вес сухого песка γ = 1600 кг/м^3, а удельную теплоемкость с = 0,838 кДж/(кг·°С), 0,2 ккал/(кг·°С), удельную теплоемкость воды 4,19 кДж/(кг·°С), 1,0 ккал/(кг·°С), а льда 2,1 кДж/(кг·°С), 0,5 ккал/(кг·°С); скрытую теплоту таяния льда 335,2 кДж/кг (80 ккал/кг).

Решение: Расход теплоты на подогрев сухого песка составит:

$$Q_1 = 1600 \cdot 100 \cdot 0{,}838 \cdot [35 - (-10)]$$
$$= 6\,033\,600 \text{ кДж; [в тепловых единицах} = 1600 \cdot 100 \cdot 0{,}20 \cdot [35 - (-10)]$$
$$= 1\,440\,000 \text{ ккал} = 1{,}44 \text{ Гкал}].$$

Расход теплоты на нагревание воды (льда), содержащейся в песке, составит:

$$Q_1 = 1600 \cdot 100 \cdot 0{,}15(4{,}19 \cdot 35 + 2{,}1 \cdot 10 + 335{,}2) = 24\,000 \cdot 502{,}85$$
$$= 12\,068\,400 \text{ кДж; [в тепловых единицах} = 1600 \cdot 100 \cdot 0{,}15(1{,}0 \cdot 35 + 0{,}5 \cdot 10 + 80)$$
$$= 2\,880\,000 \text{ ккал} = 2{,}88 \text{ Гкал}].$$

Для подогрева влажного песка потребуется теплоты:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 6\,033\,600 + 12\,068\,400$$
$$= 18\,102\,000 \text{ кДж[1 440 000} + 2\,880\,000 = 4\,320\,000 \text{ ккал} = 4{,}32 \text{ Гкал}]$$

Задача 4: Согласно техническому заданию на модернизацию Центрального теплового пункта №05-02-0208/040 выданного Филиалом №5 «Юго-восточный» ОАО «МОЭК» проектом предусмотрено устройство Центрального теплового пункта по адресу: г. Москва, Волжский бульвар, кв.114А, к.3,стр.2. Согласно техническому заданию и СНиП 41-01-2003* схема присоединения к тепловым сетям выбрана независимая для отопления, двухступенчатая смешанная - для горячего водоснабжения, зависимая - для вентиляции.

Таблица 1

Таблица расходов тепла на отопление, ГВС и вентиляцию

N/N	Адреса обслуживаемых зданий	Назначение здания	Кубатура здания $М^3$	Кол-во квартир	Расход тепла max, Гкал/час		
					отопление	Гор.водосн.	вентиляция
1	ЦТП г.Москва, Волжский бульвар, кв.114А,к.3,стр.2	ЦТП	-	908	**3,299**	**2,770**	**0,3**
	(обеспечивает теплом 4жилых здания и 3 нежилых +ГО и ЧС)						
ИТОГО:				-	**3,299**	**2,770**	**0,3**
Всего на ЦТП: Qобщ.мах=6,369Гкал/час							

Таблица 2

Таблица тепловых нагрузок

Тепловые нагрузки	Расход тепла, Гкал/ч	Расчетн. темпер. сетевой воды Т1-Т2	Расчетн. кол-во. сетевой воды т/час	Расчетн. темпер. местной воды t1-t2	Расчетн. кол-во. местной воды т/час
Отопление	**3,299**	150-70	41,24	120-70	65,98
ГВС	**$2,770_{max}$**	70-30	69,25	65-5	50,36
Вентиляция	**0,300**	130-70	5,01	-	-

Ввод в ЦТП осуществляется 2-мя теплопроводами условным диаметром 200 мм от распределительных тепловых сетей района строительства.

Первичным теплоносителем служит высокотемпературная вода с параметрами 150-70 °С в отопительный период. В летний: 70-35°С.

Расчетные параметры на вводе в тепловой пункт:

- температурный график теплосети 150 – 70°С
- давление в подающем трубопроводе – 9,0 - 9,5 атм.
- давление в обратном трубопроводе – 3,0 - 3,5 атм.

Параметры теплоносителя от ЦТП:

- система отопления с нагрузкой $Q_{от}$= 3,299 Гкал/час

t = 70 - 95 °С;

- максимальное горячее водоснабжение - $Q_{ГВС}$= 2,770кал/час

t = 5 - 65 °С;

- система вентиляции с нагрузкой $Q_{от}$= 0,3 Гкал/час

t = 130 - 70 °С.

Учет расхода тепла в ЦТП предусмотрен существующим теплосчетчиком марки «ВИС.Т».

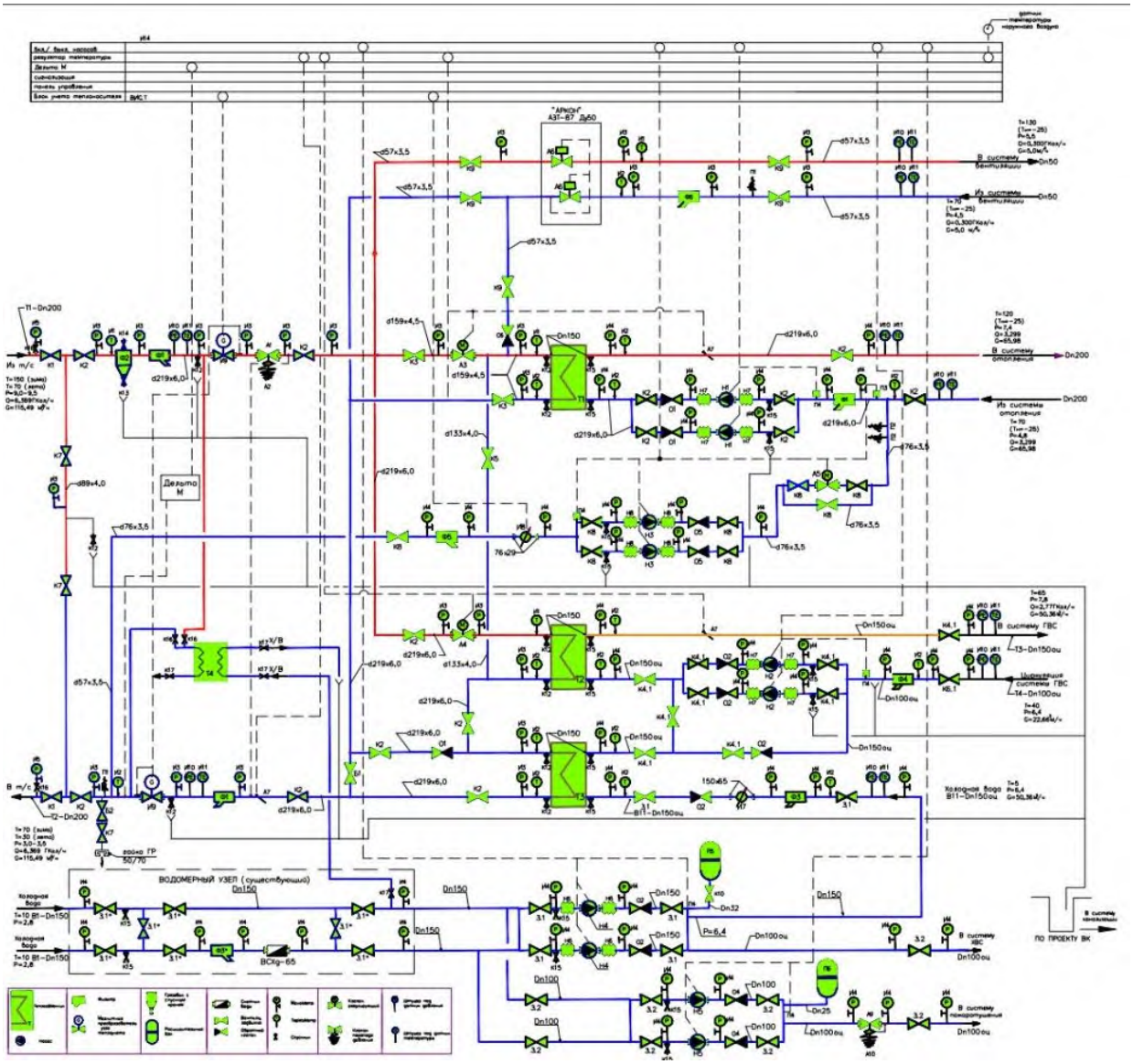


Рис. 1. Проект ИТП

Учет расхода воды на подпитку систем отопления предусмотрен водомером на подпиточной линии фирмы «Zenner» MTWI-25, Ду25 мм.

Учет расхода воды на горячее водоснабжение предусмотрен водомером на трубопроводе холодной воды перед первой ступенью водоподогревателя горячего водоснабжения фирмы «Водоприбор» ВСХ-40, Ду65 мм.

При монтаже ЦТП должны выполняться требования СНиП «Техника безопасности в строительстве», а также требования противопожарных и санитарных норм.

По окончании монтажа оборудование опрессовывается на 10 атм., трубопроводы на 12 атм., сети до ЦТП на 16 атм. И сдается по акту представителю районных тепловых сетей.

Система отопления присоединена по независимой схеме.

Принципиальной технологической схемой системы отопления предусмотрена установка одного разборного пластинчатого теплообменника отопления (1на 100%) фирмы «Ридан»: тип НН№62/157 пл. (1шт.)

Горячее водоснабжение выполнено по двухступенчатой схеме присоединения теплообменников горячего водоснабжения фирмы «Ридан»:

- тип НН№41А/107 пл - I ст.
- тип НН№41А/130 пл – II ст.

Система вентиляции присоединена по зависимой схеме.

Расширительный бак системы отопления находится на чердаке дома по адресу: Волжский бульвар, кв.114А, корп. 4.

Дренирование пола ЦТП осуществляется в канализационный стояк из существующего дренажного приямка.

Приточно-вытяжная вентиляция ЦТП существующая и обеспечивает 5 – кратный воздухообмен.

Проверочный расчет абонентского ввода:

$G_{от} = Q_{от} \cdot 16,7 = 3,299 \cdot 16,7 = 55,09$ т/час

$Gгвс_{макс} = Qгвс_{макс} \cdot 18,2 = 2,77 \cdot 18,2 = 50,41$ т/час

$G_{вент} = Q_{вент} \cdot 16,7 = 0,3 \cdot 16,7 = 5,01$ т/час

$G_{общ} = 55,09 + 50,41 + 5,01 = 110,51$ т/час.

Согласно расходу теплофикационной воды диаметр ввода в ЦТП принимается – 2 ∅ 219×6,0 скорость потока при этом составит V=0,95 м/с, δ=5,22 кгс/м^{2}м.

Задача 5: Согласно техническим условиям ОАО «Московская теплосетевая компания» № 2011-1983 от «30» 11 2011 г. проектом предусмотрено устройство центрального теплового пункта Центра культуры, искусства и досуга им. Райкина по адресу : г. Москва, ул. Шереметьевская, вл.8, САО г. Москвы. Согласно техническим условиям и СНиП 41-01-2003* схема присоединения к тепловым сетям выбрана независимая для отопления и вентиляции, двухступенчатая смешанная для горячего водоснабжения.

Таблица 3

Таблица расходов тепла на отопление, ГВС и вентиляцию

N/N	Адреса обслуживаемых зданий	Назначение здания	Кубатура здания М^3	Кол-во квартир	Расход тепла max, Гкал/час		
					отопление	Гор.водосн.	вентиляция
1	г.Москва, ул.Шереметьевская, вл.8	Центр культуры	-	-	**1,603**	**0,7781**	**6,897**
ИТОГО:				-	1,603	0,7781	6,897
Всего на ЦТП: Qобщ.max=9,2781 Гкал/час							

Таблица 4

Таблица тепловых нагрузок

Тепловые нагрузки	Расход тепла, Гкал/ч	Расчетн. темпер. сетевой воды Т1-Т2	Расчетн. кол-во. сетевой воды т/час	Расчетн. темпер. местной воды t1-t2	Расчетн. кол-во. местной воды т/час
Отопление	1,603	150-70	20,04	95-70	80,15
Вентиляция	6,897	130-70	114,95	95-70	275, 88
ГВС	**0,7781$_{max}$**	70-30	19,45	60-5	15,56

Ввод в ЦТП осуществляется 2-мя теплопроводами условным диаметром 250 мм от распределительных тепловых сетей района строительства.

Первичным теплоносителем служит высокотемпературная вода с параметрами 150-70 ºС в отопительный период. В летний: 70-30 ºС.

Расчетные параметры на вводе в тепловой пункт:

- температурный график теплосети 150 – 70ºС
- давление в подающем трубопроводе – 7,4-9,4 бар.
- давление в обратном трубопроводе – 3,1-5,1 бар.

Параметры теплоносителя от ИТП:

- система отопления с нагрузкой $Q_{от}$ = 1,603 Гкал/час

t = 70 - 90 °С;

- система вентиляции с нагрузкой $Q_{от}$ = 6,897 Гкал/час

t = 70 - 95 °С;

- максимальное горячее водоснабжение - $Q_{ГВС}$= 0,7781 Гкал/час

t = 5 - 60 °С.

Учет расхода тепла в ЦТП предусмотрен теплосчетчиком «ВИС.Т» фирмы «Тепловизор», состоящих из двух первичных преобразователей ПРН, термометров сопротивления и блоков обработки сигналов. Учет расхода воды на подпитку систем отопления и вентиляции предусмотрен водомером на подпиточной линии фирмы «Zenner» Ду 50, на горячее водоснабжение – водомером на трубопроводе холодной воды перед первой ступенью водоподогревателя горячего водоснабжения фирмы «Водоприбор» ВМХ Ду 50.

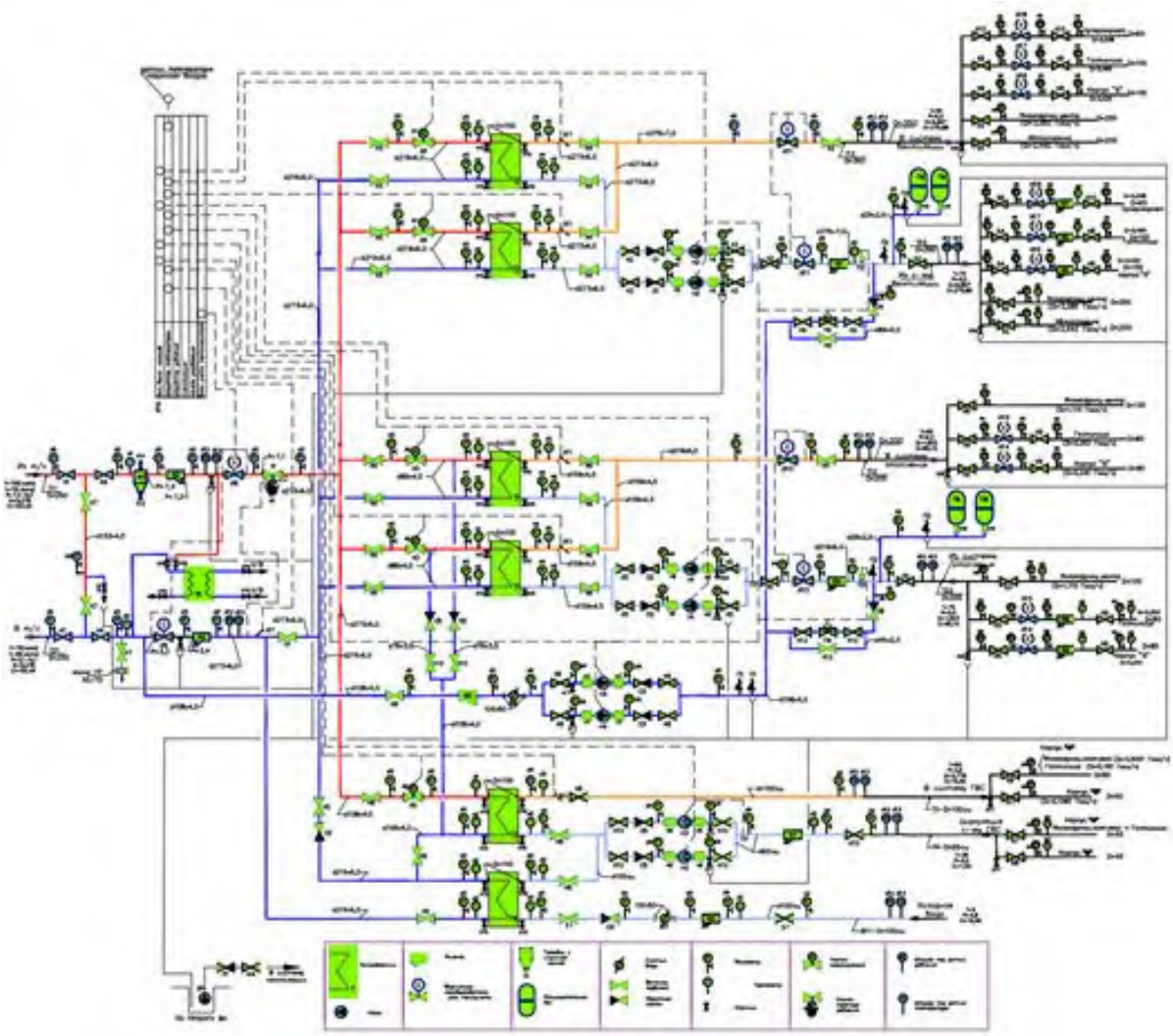


Рис. 2

Учет расхода тепла по 2-му контуру для систем отопления и вентиляции предусмотрен теплосчетчиками «ВИС.Т» фирмы «Тепловизор», состоящих из первичных преобразователей, термометров сопротивления и блоков обработки сигналов.

По окончании монтажа оборудование опресовывается на 10 атм., трубопроводы на 12 атм., сети до ЦТП на 16 атм.

Система отопления присоединена по независимой схеме.

Принципиальной технологической схемой блока отопления предусмотрена установка двух разборных пластинчатых теплообменника отопления (2 на 70%) фирмы «Alfa Laval»: M10-BFG /95пл (2 шт.).

Система вентиляции присоединена по независимой схеме.

Принципиальной технологической схемой блока вентиляции предусмотрена установка двух разборных пластинчатых теплообменника отопления (2 на 50%) фирмы «Alfa Laval»: M15-BFG /132 пл (2 шт.).

Горячее водоснабжение выполнено по двухступенчатой схеме присоединения теплообменников горячего водоснабжения фирмы «Alfa Laval»:

- M10-BFG /117пл - I ст.
- M10-BFG /39пл – II ст.

Расширительные баки устанавливается в помещении ЦТП в количестве 4-х штук. Два бака объёмом по 800 л на отопление и два бака объемом по 1500 л на вентиляцию.

Дренирование пола ЦТП осуществляется в канализационный стояк из существующего дренажного приямка.

Приточно-вытяжная вентиляция ЦТП существующая и обеспечивает 5 – кратный воздухообмен.

Проверочный расчет абонентского ввода:

$G_{от} = Q_{от} \cdot 16,7 = 1,603 \cdot 16,7 = 26,77$ т/час

$G_{вент} = Q_{вент} \cdot 16,7 = 6,897 \cdot 16,7 = 115,18$ т/час

$G_{гвс.\ макс} = Q_{гвс.\ макс} \cdot 18,2 = 0,7781 \cdot 18,2 = 14,16$ т/час

$G_{общ} = 26,77+115,18+14,16 = 156,11$ т/час.

Согласно расходу теплофикационной воды диаметр ввода в ЦТП принимается – 2 ∅ 273×6,0 скорость потока при этом составит V=0,88 м/с, δ=3,39 кгс/м^{2}м.

Приложение 5

Вопросы для зачета

1. Классификация основных потребителей и поставщиков тепловой энергии по видам тепловой нагрузки.
2. Абонентские устройства потребителей тепловой энергии.
3. Потребители тепла.
4. Нормы расхода тепла.
5. Графики потребления тепла.
6. Системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения
7. Режим работы тепловых сетей.
8. Системы теплоснабжения.
9. Тепловой режим работы сетей.
10. Гидравлический режим работы сетей.
11. Требования к установкам потребителей.
12. Схемы присоединения систем отопления.
13. Независимые схемы присоединения систем отопления.
14. Зависимые схемы присоединения систем отопления.
15. Выбор схемы присоединения систем отопления.
16. Схемы присоединения калориферных установок.
17. Основные требования, предъявляемые к энергетическим калориферным установкам.
18. Конструкции энергетических калориферов.
19. Компоновки энергетических - калориферных установок.
20. Тепловые схемы калориферных установок.
21. Воздушные тракты.
22. Пароводяные тракты установок ППВ.
23. Выбор теплоносителя и оценка тепловой эффективности.
24. Методика теплового, гидравлического и аэродинамического расчета калориферных установок.
25. Схемы присоединения систем горячего водоснабжения.
26. Закрытые системы теплоснабжения.
27. Открытые системы теплоснабжения.
28. Комплексные схемы присоединения.
29. Выбор схем присоединения систем горячего водоснабжения.
30. Методы регулирования отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.
31. Комбинированное регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.
32. Центральное регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.
33. Групповое регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.
34. Местное регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.

35. Индивидуальное регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.

36. Прерывистое регулирование отпуска теплоты из систем центрального теплоснабжения.

37. Схемы тепловых пунктов.

38. Индивидуальные и центральные тепловые пункты.

39. Резервирование теплоснабжения потребителей.

40. Схемы тепловых пунктов жилых и общественных зданий.

41. Схемы тепловых пунктов промышленных предприятий.

42. Оборудование тепловых пунктов.

43. Элеваторы и центробежные насосы.

44. Подогреватели.

45. Аккумуляторы, грязевики, трубопроводы, арматура.

46. Установки по защите систем горячего водоснабжения.

47. Организация проектирования и компоновка тепловых пунктов.

48. Организация проектирования.

49. Компоновка центральных тепловых пунктов.

50. Компоновка индивидуальных тепловых пунктов.

51. Проектирование ИТП: расчет, принципиальные схемы.

52. Индивидуальные тепловые пункты (ИТП).

53. Системы теплообеспечения дома с помощью ИТП.

54. Регулирование объема и структуры внутреннего потребления расходом теплоносителя во внешнем контуре.

55. Выбор схемы и установка ИТП автоматизированного типа.

56. Проектирование ИТП, монтаж и установка ИТП.

57. Авторегуляторы и приборы контроля.