

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Максимов Алексей Борисович
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 02.09.2023 16:18:14 **«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО

Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства

К.И. Лушин

2022г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий»

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки

Распределенная тепловая энергетика

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная и заочная

Москва

2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» следует отнести:

- формирование знаний о современных принципах, методах и средствах формирования и работы энерготехнологического комплекса промышленного предприятия;

- изучение способов повышения эффективности методов формирования и эксплуатации энерготехнологического комплекса промышленного предприятия, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи определения технических параметров оборудования в составе энергетических систем и комплексов.

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов формирования и эксплуатации энерготехнологического комплекса промышленного предприятия.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» следует отнести:

- выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи использования элементов энерготехнологического комплекса промышленного предприятия;

- научить мыслить системно на примерах повышения эффективности эксплуатации элементов энерготехнологического комплекса промышленного предприятия;

- научить анализировать существующие правила функционирования энерготехнологического комплекса промышленного предприятия, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их методике с позиций повышения эффективности;

- дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных методов в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки методов формирования и функционирования энерготехнологического комплекса промышленного предприятия, как отечественных, так и зарубежных;

- научить анализировать параметры технических систем с точки зрения их функционирования в составе энерготехнологического комплекса промышленного предприятия, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы магистратуры.

«Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Проектирование и эксплуатация систем отопления и вентиляции;
- Проектирование и эксплуатация теплоэнергетических установок;
- Проектирование и эксплуатация источников и систем теплоснабжения;
- Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии.

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
ПК-1	Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования

4. Структура и содержание дисциплины

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

Структура и содержание дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Второй семестр

Тема 1. Введение. Классификация систем и оборудования энерготехнологического комплекса предприятий

Системы и оборудование промышленных источников электрической энергии, теплоты, холода, сжатых газов и воздуха. Системы и оборудование для тепло-, энерго-, холодо-, водо-, воздухо- и газоснабжения предприятий. Промышленные технологические потребители ТЭР. Системы и оборудование обеспечения жизнедеятельности предприятий (отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения, канализования и обезвреживания стоков, газообразных выбросов и твердых отходов). Виды и параметры энерго-, тепло- и хладоносителей. Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Централизованные и автономные системы энергоснабжения и жизнеобеспечения предприятий. Понятие о концепции устойчивого развития, о влиянии деятельности человека на природу. Распределение добываемых, производимых и потребляемых ресурсов в мире. Проблемы и перспективы потребления ТЭР в энергетике и технологии.

Тема 2. Масштабы и эффективность потребления ТЭР при производстве и преобразовании энергии

Принципиальные схемы тепловых электростанций, паровых и водогрейных котельных, холодильных станций и установок, воздушных компрессорных станций. Автономные воздушные компрессоры. Основные зависимости для расчета их производительности, потребления ТЭР, коэффициенты полезного действия (КПД), удельные показатели потребления ТЭР. Доли потребления ими ТЭР в общем потреблении предприятий. Повышение эффективности производства энергии на основе применение газотурбинных и парогазовых установок, превращения котельных в ТЭЦ и мини-ТЭЦ. Применение детандер-генераторных агрегатов в системах топливоснабжения. Причины отставания России от промышленно развитых стран и перспективы применения тепловых насосов при производстве, транспортировании и потреблении ТЭР.

Тема 3. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в системах энергоснабжения, транспортирования и распределения энергоресурсов

Принципиальные схемы и основные виды оборудования систем топливоснабжения, паровых и водяных систем теплоснабжения, автономных систем теплоснабжения с высокотемпературными минеральными и органическими теплоносителями. Тепловые сети. Тепловые пункты. Схемы присоединения потребителей к источникам теплоснабжения. Температурный график водяных тепловых сетей, качественный и количественный методы регулирования отпуска теплоты. Расчет нормативных и фактических потерь теплоты, гидравлических потерь в тепловых сетях, затрат энергии на перемещение теплоносителей. Влияние состояния трубопроводов на теплопотери. Электрические сети, нормативные и фактические потери электроэнергии в сетях, эффективность передачи электроэнергии от источников электроснабжения до потребителей. Применение частотно-регулируемого электропривода в системах тепло-, холодо- и водоснабжения предприятий.

Тема 4. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в типовых технологических процессах промышленных предприятий

Типовые технологические процессы, аппараты и установки: нагрев и охлаждение, выпаривание, сушка, перегонка и ректификация, сорбционные процессы, химические реакторы, и др. Уравнения материальных, тепловых, энергетических и эксергетических балансов типовых технологических процессов. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в типовых технологических процессах. Показатели эффективности использования ТЭР в технологии. Типовые энерго- и ресурсосберегающие решения в промышленных технологических процессах. Внутреннее (регенеративное) и внешнее использование ВЭР в технологии. Ступенчатое использование потенциала. Применение промежуточного подогрева и рециркуляции сушильного агента в процессах сушки. Применение тепловых насосов в технологии. Энерготехнологическое комбинирование. Методы топливных чисел и предельного интенсивного энергосбережения и их применение при оценке эффективности использования ТЭР в технологических системах.

Тема 5. Масштабы и эффективность энергопотребления общинженерных системы жизнеобеспечения предприятий

Тепловые схемы и оборудование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения предприятий. Основные уравнения материальных, тепловых и энергетических балансов для расчета мощности, потребления ТЭР на работу систем жизнеобеспечения предприятий. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных средств автоматизации, утилизаторов теплоты вентиляционных выбросов, рационального выбора вида системы отопления (паровое, водяное, воздушное), применения панельно-лучистых отопительных приборов, тепловых насосов, использования теплоты возобновляемых источников энергии и ВЭР.

Тема 6. Материальные, тепловые, энергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР на административно-бытовых объектах предприятий

Материальные, тепловые, энергетические балансы объектов административно-бытовых зданий и помещений, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, систем горячего водоснабжения. Фактическое и нормативное потребление ТЭР, относительные, удельные и нормативные показатели эффективности использования ТЭР в жилых и общественных зданиях, системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, системах горячего водоснабжения зданий. Энерго-и ресурсосберегающие технологии, мероприятия и технические решения, реализуемые на объектах ЖКХ, в системах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения зданий.

Тема 7. Метод балансов и его применение, показатели эффективности использования ТЭР энергетических объектов

Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы. Топливный, паро-конденсатный, водный, тепловой, энергетический и эксергетический балансы источников электро-, тепло-, хладоснабжения, снабжения сжатым воздухом, систем водоснабжения. Полезные составляющие балансов и потери веществ, энергии и эксергии. Вывод формул для расчета показателей эффективности использования ТЭР: КПД КЭС и ТЭЦ; электрического и теплового КПД ТЭЦ; эксергетического КПД КЭС и ТЭЦ; теплового и эксергетического КПД паровой и водогрейной котельной; удельных потреблений ТЭР на единицу вырабатываемой, преобразуемой энергии. Абсолютный и относительный холодильный коэффициент и коэффициент трансформации энергии, и их связь с энергетическим балансом холодильной машины и теплового насоса. Вторичные энергоресурсы энергетических систем и установок. Возможности применения тепловых насосов на источниках электро-, тепло-, хладо-, воздухообеспечения, систем водоснабжения.

Тема 8. Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР технологических объектов

Сводные и частные, аналитические материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы объектов, систем и установок предприятий обрабатывающих отраслей экономики. Полезные составляющие балансов и потери веществ, энергии и эксергии. Вывод формул для расчета показателей эффективности использования ТЭР: КПИ, удельных расходов ТЭР технологических систем и установок. Вторичные энергоресурсы технологических систем и установок. Возможности применения тепловых насосов в технологии. Регенеративное и внешнее использование ВЭР технологических систем и установок.

Тема 9. Методы, способы и средства сбора, обработки и анализа информации о потреблении ТЭР при проведении энергоаудита и составлении балансов

Назначение и классификация материальных, тепловых, энергетических и эксергетических балансов; сводные общие и частные (по видам энергоносителей), аналитические балансы ТЭР. Структура и составляющие балансов и балансовых уравнений. Связь балансовых уравнений с показателями эффективности производства и потребления ТЭР. Методы и способы сбора и получения информации (инструментальный, документальный, расчетный, расчетно-нормативный) при составлении балансов. Методы составления балансов по потокам, связывающим объект с внешними источниками и потребителями или стоками веществ и энергии (метод «черного ящика»), и по разностной схеме, т.е. с определением составляющих баланса, полезно используемых на объекте, и потерь веществ и энергии. Балансы как средство проверки полноты и достоверности информации о производстве и потреблении ТЭР на объекте. Связь балансовых уравнений с показателями эффективности использования ТЭР (КПД, КПИ ТЭР, удельным потреблением ТЭР). Особенности составления балансов объектов, которые или часть оборудования которых работает в периодическом и переходном режимах. Понятие об энергетическом обследовании, экспресс- и углубленном энергоаудите объектов различного назначения, законодательной основе и источниках финансирования их проведения. Цель и задачи энергоаудита. Последовательность его проведения. Содержание энергетического паспорта, отчета о проведении энергоаудита и программы реализации энергосберегающих мероприятий.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» и реализация компетентного 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 использования низкопотенциального тепла в системах энергоснабжения, а

также эффективных методов эксплуатации энергетического оборудования и объектов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины **«Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий»**.

Проведение занятий предусматривается также на сайте <http://online.mospolytech.ru> на основе разработанных кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем темам дисциплины:

Дисциплина	Ссылка
Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=3326

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

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:

Во втором семестре

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Энергетический и топливный комплекс промышленных предприятий» (индивидуально для каждого обучающегося);
- тестирование;
- выполнение курсовой работы по индивидуальному заданию.

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 расчетной работе.

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
ПК-1	Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности

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).

ПК-1 - Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности				
Показатель	Критерии оценивания			
	Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции
знать: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетическог	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации,	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойн	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной правильной

о, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ой работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов.

		газопроводов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	их и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	Обучающийся владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых	Обучающийся частично владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		ситуациях.		
--	--	------------	--	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

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 «Технологии энергосбережения» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем лабораторных работ, выступили с докладом на семинарском занятии)

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	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
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 приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. — 376 с.

2. Осика Л.К. Инжиниринг объектов интеллектуальной энергетической системы. Проектирование. Строительство. Бизнес и управление [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. — 780 с.

3. Моисеев Б.В. Промышленная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учеб. / Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, С.Ю. Торопов. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. — 236 с.

4. 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.

5. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 384 с.

б) дополнительная литература:

1. Пилипенко Н.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.В. Пилипенко, И.А. Сиваков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. — 274 с.

2. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 396 с.

3. 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.

4. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия: В 4 кн. Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник [Электронный ресурс]: справ. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. — 632 с.

5. Анчарова Т.В. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий

[Электронный ресурс]: справ. / Анчарова Т.В., Бодрухина С.С., Буре А.Б.. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. — 745 с.

6. Королев А.Т. Организация проектирования объектов теплоснабжения : курс лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. — 160 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»).

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MAG;>

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: 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Распределенная тепловая энергетика». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» имеет своей целью ознакомить студентов с составом и функционированием энерготехнологического комплекса промышленных предприятий, добиться уяснения ими основных задач и методов использования различных источников энергии при проектировании, моделировании и эксплуатации энергооборудования и энергосистем, 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 магистров.

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 магистров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности магистр 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 магистров и конкретной темы.

Самостоятельная работа магистров 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 магистрами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Магистры 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 магистров 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 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Распределенная тепловая энергетика».

Авторы

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

Л.А. Марюшин

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

О.Б. Сенникова

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

В.С. Тимохин

**Структура и содержание дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий»
по направлению подготовки 13.04.01 «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
Второй семестр															
Тема 1	Лекция. Введение.	2	1	2			4								
	Семинарское занятие. Выдача задания на курсовую работу.				2							+			
Тема 2	Лекция. Масштабы и эффективность потребления ТЭР при производстве и преобразовании энергии	2	2	2			5								
	Семинарское занятие				2										
Тема 3	Лекция. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в системах энергоснабжения, транспортирования и распределения энергоресурсов	2	3	2			9								
	Семинарское занятие				2										
Тема 4	Лекция. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в типовых технологических процессах промышленных предприятий	2	4	2			9								
	Семинарское занятие				2							+			
	Выборочный приемочный и текущий контроль												+		
Тема 5	Лекция. Масштабы и эффективность энергопотребления общинженерных системы жизнеобеспечения предприятий	2	5	2			9								
	Семинарское занятие				2										

Тема 6	Лекция. Материальные, тепловые, энергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР на административно-бытовых объектах предприятий	2	6	2		9								
	Семинарское занятие				2									
Тема 7	Лекция. Метод балансов и его применение, показатели эффективности использования ТЭР энергетических объектов	2	7	2		9								
	Семинарское занятие				2						+			
Тема 8	Лекция. Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР технологических объектов	2	8	2		9								
	Семинарское занятие				2									
Тема 9	Лекция. Методы, способы и средства сбора, обработки и анализа информации о потреблении ТЭР при проведении энергоаудита и составлении балансов	2	9	2		9								
	Семинарское занятие. Защита курсовой работы.				2							+		
	Форма аттестации	2	10-11										Э	
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			18	18	72								

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

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
ОП (профиль): «Распределенная тепловая энергетика»
Форма обучения: Очная, заочная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий»

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий					
ФГОС ВО 13.04.01 Теплотехника и теплоэнергетика					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности	Знать: правила обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию, тестирование	Базовый уровень: способен обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов в

					нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом
--	--	--	--	--	--

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

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонд
1	Расчетная работа.	Практическая работа направлена на формирование умений и навыков по расчету параметров сетевых графиков проведения монтажных и ремонтных работ энергооборудования на промышленной площадке.	Результатом работы являются вычисления параметров сетевых графиков монтажных и ремонтных работ, подбор монтажного оборудования, специализированных конструкций, арматуры, средств автоматизации и диспетчеризации.

Темы семинарских занятий

1. Повторение принципиальных схем, оборудования, принципа действия и изображения циклов производства электрической энергии, теплоты и холода, сжатого воздуха, оборотных систем водоснабжения.
2. Составление тепловых и энергетических балансов для паровых и водогрейных котлов, котельных, ТЭЦ и КЭС.
3. Расчет тепловых и гидравлических потерь в тепловых сетях с учетом способа прокладки тепловых сетей и утечек теплоносителей, доли возврата конденсата на источник пароснабжения.
4. Составление материальных, тепловых и энергетических балансов, оценка эффективности использования ТЭР в технологических установках (выпарных, ректификационных, сушильных и др.) по коэффициентам полезного использования, удельному потреблению ТЭР.
5. Составление и анализ имеющихся в литературе эксергетических балансов, расчет эксергетических КПД и КПИ и анализ имеющихся в литературе данных по эксергетическим КПД и КПИ для источников тепло- и электроснабжения, технологических аппаратов, установок и систем.
6. Расчет показателей эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.
7. Сравнение расходов топлива на отдельную и комбинированную выработку электроэнергии и теплоты.
8. Расчет КПД КЭС и ТЭЦ, паросиловых и газотурбинных циклов.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Учет и контроль над использованием энергоносителей в зданиях и сооружениях.
2. Интенсификация процесса теплообмена для отопительного оборудования, обеспечивающего микроклимат зданий.
3. Интенсификация передачи тепла лучеиспусканием.
4. Структура энергопотребления предприятий энергоемких отраслей промышленности.
5. Графики тепловых нагрузок промышленного предприятия.
6. Вторичные энергетические ресурсы теплотехнологии
7. Системы пароснабжения. Схемы сбора и возврата промышленного конденсата.

Примеры задач для семинарских занятий

Задача 1. Двигатель резервной энергоустановки предприятия работает по циклу Отто. Состояние воздуха на входе в двигатель: давление $p_0 = 1$ бар, температура $t_0 = 20$ °С. Массовый расход воздуха на входе в двигатель $G_0 = 1$ кг/с. Степень сжатия рабочего тела равна 7,2. Определить температуру рабочего тела в конце процесса сжатия и к.п.д. цикла.

Задача 2. Двигатель резервной энергоустановки предприятия работает по циклу Дизеля. Состояние воздуха на входе в двигатель: давление $p_0 = 1$ бар, температура $t_0 = 20$ °С. Массовый расход воздуха на входе в двигатель $G_0 = 1$ кг/с. Степень сжатия рабочего тела равна 12,7. Определить температуру рабочего тела в конце процесса сжатия и к.п.д. цикла.

Задача 3. Газотурбинная энергоустановка предприятия работает по циклу Брайтона. Состояние воздуха на входе в компрессор: давление $p_0 = 1$ бар, температура $t_0 = 20$ °С. Степень сжатия воздуха в компрессоре – 8. Определить температуру рабочего тела на выходе из компрессора и к.п.д. цикла.

Задача 4. Теплотехнологические установки цеха промышленного предприятия получают из заводской котельной пар давлением $p_n = 4$ бара и степенью сухости $x = 0,97$. Пролет пара в конденсате, возвращаемом из цеха в котельную $y = 25\%$. Массовый расход пара, потребляемого цехом $D_n = 7,2$ кг/с. Определить расход пара, который будет потреблять оборудование цеха

после установки конденсатоотводчиков с паспортным значением пролета пара в конденсате 3%.

Задача 5. В калорифер однозонной конвективной сушильной машины поступает воздух, расход которого $G_g = 3,2$ кг/с, температура $t_g = 20$ °С, относительная влажность $\varphi = 60\%$. Температура воздуха на выходе из калорифера $t_{гк} = 110$ °С. Определить тепловой поток, расходуемый на нагревание воздуха.

Задача 6. Теплота в количестве $q = 800$ кДж/кг передается от тела с температурой $T_1 = 1500$ К к телу с более низкой температурой $T_2 = 400$ К. Температура окружающей среды $T_0 = 290$ К. Определить потерю эксергии теплоты.

Задача 7. При расщеплении 1 кг урана в реакторе атомной электростанции количество выделяемой теплоты оценивается величиной $22,9 \cdot 10^6$ кВт·ч/кг. Определить, какое количество угля с теплотой сгорания 29300 кДж/кг потребуется для получения такого же количества теплоты.

Задача 8. Сравните эксергетический к.п.д. двух теплообменных аппаратов, использующихся для подогрева воды от 75 до 95 °С дымовыми газами. В первом из них температура дымовых газов на входе в аппарат составляет 450 °С, а на выходе из него – 320 °С. Во втором аппарате температура дымовых газов на входе и выходе равны 250 и 120 °С.

Приложение 6

Вопросы к экзамену

1. Системы и оборудование промышленных источников электрической энергии, теплоты, холода, сжатых газов и воздуха.
2. Системы и оборудование для тепло-, энерго-, холодо-, водо-, воздухо- и газоснабжения предприятий.
3. Промышленные технологические потребители ТЭР.
4. Системы и оборудование обеспечения жизнедеятельности предприятий (отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения, канализования и обезвреживания стоков, газообразных выбросов и твердых отходов).
5. Виды и параметры энерго-, тепло- и хладоносителей.
6. Вторичные энергоресурсы (ВЭР).
7. Централизованные и автономные системы энергоснабжения и жизнеобеспечения предприятий.
8. Понятие о концепции устойчивого развития, о влиянии деятельности человека на природу.

9. Распределение добываемых, производимых и потребляемых ресурсов в мире.

10. Проблемы и перспективы потребления ТЭР в энергетике и технологии.

11. Принципиальные схемы тепловых электростанций, паровых и водогрейных котельных, холодильных станций и установок, воздушных компрессорных станций.

12. Автономные воздушные компрессоры.

13. Основные зависимости для расчета их производительности, потребления ТЭР, коэффициенты полезного действия (КПД), удельные показатели потребления ТЭР.

14. Доли потребления ими ТЭР в общем потреблении предприятий.

15. Повышение эффективности производства энергии на основе применение газотурбинных и парогазовых установок, превращения котельных в ТЭЦ и мини-ТЭЦ.

16. Применение детандер-генераторных агрегатов в системах топливоснабжения.

17. Причины отставания России от промышленно развитых стран и перспективы применения тепловых насосов при производстве, транспортировании и потреблении ТЭР.

18. Принципиальные схемы и основные виды оборудования систем топливоснабжения, паровых и водяных систем теплоснабжения, автономных систем теплоснабжения с высокотемпературными минеральными и органическими теплоносителями.

19. Тепловые сети.

20. Тепловые пункты.

21. Схемы присоединения потребителей к источникам теплоснабжения.

22. Температурный график водяных тепловых сетей, качественный и количественный методы регулирования отпуска теплоты.

23. Расчет нормативных и фактических потерь теплоты, гидравлических потерь в тепловых сетях, затрат энергии на перемещение теплоносителей.

24. Влияние состояния трубопроводов на теплопотери.

25. Электрические сети, нормативные и фактические потери электроэнергии в сетях, эффективность передачи электроэнергии от источников электроснабжения до потребителей.

26. Применение частотно-регулируемого электропривода в системах тепло-, холодо- и водоснабжения предприятий.

27. Типовые технологические процессы, аппараты и установки: нагрев и охлаждение, выпаривание, сушка, перегонка и ректификация, сорбционные процессы, химические реакторы, и др.

28. Уравнения материальных, тепловых, энергетических и эксергетических балансов типовых технологических процессов.

29. Масштабы и эффективность потребления ТЭР в типовых технологических процессах.

30. Показатели эффективности использования ТЭР в технологии.
31. Типовые энерго- и ресурсосберегающие решения в промышленных технологических процессах.
32. Внутреннее (регенеративное) и внешнее использование ВЭР в технологии.
33. Ступенчатое использование потенциала.
34. Применение промежуточного подогрева и рециркуляции сушильного агента в процессах сушки.
35. Применение тепловых насосов в технологии.
36. Энерготехнологическое комбинирование.
37. Методы топливных чисел и предельного интенсивного энергосбережения и их применение при оценке эффективности использования ТЭР в технологических системах.
38. Тепловые схемы и оборудование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения предприятий.
39. Основные уравнения материальных, тепловых и энергетических балансов для расчета мощности, потребления ТЭР на работу систем жизнеобеспечения предприятий.
40. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных средств автоматизации.
41. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных утилизаторов теплоты вентиляционных выбросов.
42. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных рационального выбора вида системы отопления (паровое, водяное, воздушное).
43. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных панельно-лучистых отопительных приборов.
44. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных тепловых насосов.
45. Основные направления по экономии энергии в системах жизнеобеспечения с применением современных использования теплоты возобновляемых источников энергии и ВЭР.
46. Материальные, тепловые, энергетические балансы объектов административно-бытовых зданий и помещений, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, систем горячего водоснабжения.
47. Фактическое и нормативное потребление ТЭР.
48. Относительные, удельные и нормативные показатели эффективности использования ТЭР в жилых и общественных зданиях, системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, системах горячего водоснабжения зданий.

49. Энерго-и ресурсосберегающие технологии, мероприятия и технические решения, реализуемые на объектах ЖКХ, в системах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения зданий.

50. Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы.

51. Топливный, паро-конденсатный, водный, тепловой, энергетический и эксергетический балансы источников электро-, тепло-, хладоснабжения, снабжения сжатым воздухом, систем водоснабжения.

52. Полезные составляющие балансов и потери веществ, энергии и эксергии.

53. Вывод формул для расчета показателей эффективности использования ТЭР: КПД КЭС и ТЭЦ; электрического и теплового КПД ТЭЦ; эксергетического КПД КЭС и ТЭЦ; теплового и эксергетического КПД паровой и водогрейной котельной; удельных потреблений ТЭР на единицу вырабатываемой, преобразуемой энергии.

54. Абсолютный и относительный холодильный коэффициент.

55. Вторичные энергоресурсы энергетических систем и установок.

56. Возможности применения тепловых насосов на источниках электро-, тепло-, хладо-, воздухоснабжения, систем водоснабжения.

57. Сводные и частные балансы объектов, систем и установок предприятий обрабатывающих отраслей экономики.

58. Полезные составляющие балансов и потери веществ, энергии и эксергии.

59. Вывод формул для расчета показателей эффективности использования ТЭР: КПИ, удельных расходов ТЭР технологических систем и установок.

60. Вторичные энергоресурсы технологических систем и установок.

61. Возможности применения тепловых насосов в технологии.

62. Регенеративное и внешнее использование ВЭР технологических систем и установок.

63. Назначение и классификация материальных, тепловых, энергетических и эксергетических балансов.

64. Структура и составляющие балансов и балансовых уравнений.

65. Связь балансовых уравнений с показателями эффективности производства и потребления ТЭР.

66. Методы и способы сбора и получения информации (инструментальный, документальный, расчетный, расчетно-нормативный) при составлении балансов.

67. Методы составления балансов по потокам, связывающим объект с внешними источниками.

68. Балансы как средство проверки полноты и достоверности информации о производстве и потреблении ТЭР на объекте.

69. Связь балансовых уравнений с показателями эффективности использования ТЭР (КПД, КПИ ТЭР, удельным потреблением ТЭР).

70. Особенности составления балансов объектов, которые или часть оборудования которых работает в периодическом и переходном режимах.

71. Понятие об энергетическом обследовании.

72. Цель и задачи энергоаудита.

73. Последовательность проведения энергоаудита.

74. Содержание энергетического паспорта, отчета о проведении энергоаудита и программы реализации энергосберегающих мероприятий.

75. Понятие о экспресс- и углубленном энергоаудите объектов различного назначения

76. Понятие о законодательной основе и источниках финансирования проведения энергоаудита.

77. Методы составления балансов по стокам веществ и энергии (метод «черного ящика»).

78. Методы составления балансов по разностной схеме, т.е. с определением составляющих баланса, полезно используемых на объекте, и потерь веществ и энергии.

79. Сводные общие и частные (по видам энергоносителей), аналитические балансы ТЭР.

80. Аналитические материальные и тепловые балансы объектов, систем и установок предприятий обрабатывающих отраслей экономики.

81. Энергетические и эксергетические балансы объектов, систем и установок предприятий обрабатывающих отраслей экономики.

82. Коэффициент трансформации энергии и его связь с энергетическим балансом холодильной машины и теплового насоса