

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 16:18:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
К.И. Лушин
_____ 2022г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология энергосбережения»

Направление подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки
Распределенная тепловая энергетика

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная и заочная

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Технология энергосбережения» следует отнести:

- формирование знаний о современных принципах, методах и средствах энергосбережения в системах энергоснабжения;

- изучение способов повышения эффективности методов энергосбережения в системах энергоснабжения, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи определения технических параметров при анализе режимов эксплуатации 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 энергосбережения в системах энергоснабжения при их проектировании и эксплуатации.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технология энергосбережения» следует отнести:

- выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи энергосбережения;

- научить мыслить системно на примерах повышения эффективности мероприятий по энергосбережению при реализации технологических процессов;

- научить анализировать существующие методы энергосбережения, 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 энергосбережения в системах энергоснабжения, как отечественных, так и зарубежных;

- научить анализировать параметры технических систем с точки зрения мероприятий по энергосбережению, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Технология энергосбережения» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы магистратуры.

«Технология энергосбережения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Проектирование и эксплуатация систем отопления и вентиляции;

- Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;
- 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 определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах; • методы экономии энергоресурсов <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать нормы расхода энергоресурсов, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах; <p>владеть: методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 45 часов – аудиторных занятий, 99 часов – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины «Технология энергосбережения» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Четвертый семестр

Тема 1. Введение. Общие сведения по энергоэффективности и энергосбережению

Введение в проблему энергетического кризиса. Актуальность энергосбережения. Термины и понятия в области энергосбережения. Топливо-энергетические ресурсы. Энергетические обследования. Энергетический паспорт предприятия. Возобновляемые источники энергии. Энергетическая эффективность.

Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений. Учет используемых энергетических ресурсов. Проведение обязательных энергетических обследований.

Тема 2. Правовые основы энергосбережения

Законодательно-нормативная база энергосбережения в Российской Федерации. Основные направления реализации энергосбережения. Закон РФ от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» и основные нормативные документы в области энергосбережения.

Государственные программы «Энергосбережение». Основы государственного управления в сфере энергосбережения. Политика и законодательство города Москвы в области энергоэффективности и энергосбережения.

Тема 3. Характеристика топливных и энергетических ресурсов городского хозяйства, традиционные технологии

Энергия, ее виды, назначение и использование. Топливные и энергетические ресурсы городского хозяйства и их классификация. Природопользование, рациональное использование природных ресурсов и проблемы использования ограниченных природных ресурсов. Традиционные технологии производства электроэнергии в регионах РФ.

Тема 4. Энергосберегающие технологии в городском хозяйстве

Энергетическое хозяйство современного мегаполиса. Способы регулирования электрических и тепловых нагрузок. Применение автоматизированных систем контроля и учета потребления энергии.

Методы утилизации вторичных энергетических ресурсов. Энергосбережение в системах электроснабжения, электропотребления, водоснабжения и водоотведения. Тепловые сети. Потери тепловой энергии при передаче и способы их снижения. Нормирование энергопотребления. Энергосберегающие технологии в электро-, тепло-, газо-, водоснабжении муниципальных районов, энергосбережение в системах отопления, горячего

водоснабжения, вентиляции и кондиционирования.

Тема 5. Энергосбережение в системе ЖКХ

Тепловые потери в зданиях и сооружениях. Тепловая изоляция зданий и сооружений. Теплоизоляционные материалы, их свойства. Тепловые завесы. Суточное и сезонное регулирование теплового режима зданий. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий. Энергетически эффективные здания и сооружения (системы учета, нормирование и контроль потребления электрической энергии и тепла, аппаратура и устройства, обеспечивающие энергосбережение).

Энергосберегающие технологии в коммунально-бытовом хозяйстве и строительстве. Энергосбережение в жилищном строительстве: основные направления экологичного энергопотребления; энергосберегающие заглубленные здания; концепция энергосберегающего экодома; нетрадиционные возобновляемые источники энергии в жилищно-строительной сфере. Ресурсосбережение в жилищном строительстве: использование техногенного сырья – мощный экологический ресурс; экологическая безопасность техногенного сырья. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий в жилищно-коммунальном хозяйстве. Проектирование энергоэффективных и энергосберегающих зданий.

Тема 6. Бытовое энергосбережение

Стандарты на бытовое энергосбережение. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля расхода тепла, электроэнергии, холодной и горячей воды, газа. Световой режим в помещениях различного назначения. Энергосберегающие источники света, их характеристики.

Электронагревательные приборы и их эффективное использование. Приемы экономии и рационального использования воды, газа, электроэнергии и тепла в быту. Автономные энергоустановки. Повышение эффективности систем отопления. Бытовые и осветительные приборы с низким потреблением электрической энергии. Системы автоматического управления освещением. Технические и энергетические характеристики аппаратов и приборов.

Тема 7. Энергоменеджмент

Международный стандарт ISO 50001. Организация энергоменеджмента на предприятии. Мониторинг и стимулирование выполнения программ энергосбережения. Контроль выполнения программ энергосбережения. Государственная информационная система в области энергосбережения, ее назначение. Особенности энергообследования энергетических предприятий и предприятий, осуществляющих транспорт энергоресурсов.

Тема 8. Возобновляемые источники энергии. Мировой опыт энергосбережения и энергоэффективности

Классификация возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Перспективы развития ВИЭ в РФ. Опыт энергосберегающей политики США, России, Японии. Перспективные виды топлив и технологий. «Прорывные технологии». Основные принципы международной политики в области использования возобновляемых источников энергии, энергоэффективности и энергосбережения».

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Технология энергосбережения» 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 надежности 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 «Технология энергосбережения».

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
Технология энергосбережения	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=8806

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:

В четвертом семестре

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методы и средства современных технологий энергосбережения» (индивидуально для каждого обучающегося);

- тестирование;

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 определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся

<p>определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разрабатывать мероприятия по экономии энергоресурсов, определять нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах</p>	<p>умеет или в недостаточной степени умеет определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разрабатывать мероприятия по экономии энергоресурсов, определять нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах</p>	<p>демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разрабатывать мероприятия по экономии энергоресурсов, определять нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>я демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разрабатывать мероприятия по экономии энергоресурсов, определять нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в топливно-энергетических ресурсах. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разрабатывать мероприятия по экономии энергоресурсов, определять нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, экономии энергоресурсов,</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами определения потребности производства в топливно-энергетических</p>	<p>Обучающийся владеет методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, экономии</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами определения потребности производства в топливно-энергетических</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, экономии</p>

методами разработки нормы их расхода, методами расчета потребностей производства в энергоресурсах	ресурсах, экономии энергоресурсов, методами разработки нормы их расхода, методами расчета потребностей производства в энергоресурсах	энергоресурсов, методами разработки нормы их расхода, методами расчета потребностей производства в энергоресурсах в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ких ресурсах, экономии энергоресурсов, методами разработки нормы их расхода, методами расчета потребностей производства в энергоресурсах, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	энергоресурсов, методами разработки нормы их расхода, методами расчета потребностей производства в энергоресурсах, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
---	--	--	--	---

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 «Технология 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. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2011. — 374 с.
2. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2012. — 286 с.
3. Крылов Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань,

2013. — 176 с.

4. Матиящук С.В. Комментарий к Федеральному закону от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (постатейный) [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Юстицинформ, 2010. — 208 с.

5. Энергосбережение и энергетическая эффективность: Учеб. пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.В. Панкина [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: АСМС, 2010. — 152 с.

б) дополнительная литература:

1. Сборник научных статей. Электрификация и энергосбережение. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2009. — 400 с.

2. 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.

3. Краснов И.Ю. Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск: ТПУ, 2013. — 181 с.

4. Михайлов С.А. Стратегическое управление энергосбережением в промышленности [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2010. — 288 с.

5. Мархоцкий Я.Л. Основы экологии и энергосбережения [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2014. — 287 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://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 «Технология энергосбережения» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики и теоретической теплотехники, добиться уяснения ими основных задач и методов энергосбережения 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

А.В. Рязанцева

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 «Технология энергосбережения»
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
	Четвёртый семестр														
Тема 1	Лекция	4	1	1			4								
	Семинарское занятие	4	1		3		4								
Тема 2	Лекция	4	2-3	3			7								
	Семинарское занятие	4	2		4		7								
Тема 3	Лекция	4	4	2			7								
	Семинарское занятие	4	4		4		7								
Тема 4	Лекция	4	5-6	4			7								
	Семинарское занятие	4	5		4		7						+		
	Выборочный приемочный и текущий контроль	4	6			7					+				
Тема 5	Лекция	4	7	2			7								
	Семинарское занятие	4	7		4		7								
Тема 6	Лекция	4	8-9	4			7								
	Семинарское занятие	4	8		4		7						+		
Тема 7	Лекция	4	9	2			7								
	Семинарское занятие	4	9		4		7								
	Форма аттестации	4	10-11											Э	
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			18	27		99								

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
«Технология энергосбережения»

Москва
2022

Паспорт фонда оценочных средств

Технология энергосбережения					
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: методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, мероприятия по экономии энергоресурсов, нормы их расхода, методы расчета потребностей производства в энергоресурсах	Лекция, семинарские занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, тестирование	Базовый уровень: способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен к определению комплексной и индивидуальной потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, разработке и обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах 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

1. Повышение энергоэффективности работы линии электропередач:
 - а) при изменении рабочего напряжения ЛЭП;
 - б) при переводе ЛЭП в другой класс напряжения.
2. Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий;
3. Определение эффекта от использования альтернативных видов энергии;
4. Расчет теплонасосной установки;
5. Расчет теплообменной установки с энергоэффективной геометрией поверхности нагрева;
6. Расчет производительности геотермальной установки.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Потенциал энергосбережения. Методы определения.
2. Энергетический баланс предприятия.
3. Государственное управление энергосбережением.
4. Разработка программ энергосбережения.
5. Генерация реактивной мощности и ее компенсация.
6. Информационное обеспечение Энергосбережения
7. Энергетический менеджмент на предприятии.
8. Энергосервисные контракты: их особенности, назначение, выполнение.

Деловая игра:

Разработка технического задания на проведение энергетического обследования предприятия и документов, оформляемым по результатам энергетического обследования (энергопаспорт, программа энергосбережения предприятия, отчет о проделанном энергообследовании).

Примеры задач для семинарских занятий

Задача 1. Расчет реактивной мощности, потребляемой трансформатором.

Силовой трансформатор типа ТМ-1000/10 (номинальная мощность $S_{\text{ном}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; напряжение $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$) имеет ток холостого хода $I_x = 1,4 \%$, напряжение КЗ $u_k = 5,5 \%$.

Требуется определить потребляемую трансформатором реактивную мощность при номинальной нагрузке и при нагрузке 50 % от номинальной (коэффициент загрузки $k_z = 0,5$).

Реактивные потери мощности холостого хода:

$$\Delta Q_x = S_{\text{ном}} \cdot I_x \% / 100 = 1000 \cdot 1,4 / 100 = 14 \text{ кВАР.}$$

Реактивные потери мощности КЗ:

$$\Delta Q_k = S_{\text{ном}} \cdot u_k \% / 100 = 1000 \cdot 5,5 / 100 = 55 \text{ кВАР.}$$

Потребляемая реактивная мощность при номинальной нагрузке:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_x + \Delta Q_k = 14 + 55 = 69 \text{ кВАР.}$$

Потребляемая реактивная мощность при 50% от номинальной нагрузки:

$$\Delta Q_{0,5} = \Delta Q_x + k_z^2 \Delta Q_k = 14 + 0,25 \cdot 55 = 27,75 \text{ кВАР.}$$

Задача 2. Расчет реактивной мощности, потребляемой асинхронным двигателем.

Асинхронный двигатель мощностью $P_{\text{ном}} = 17 \text{ кВт}$, $n_c = 1500 \text{ об/мин}$, номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$, $\cos \varphi = 0,89$ при нагрузке 100 %, $\eta = 89 \%$ и коэффициент реактивной мощности $\text{tg} \varphi = 0,512$ соединен передачей с машиной.

Требуется определить потребляемую реактивную мощность при номинальной нагрузке и при нагрузке 50% от номинальной (коэффициент загрузки $k_z = 0,5$).

Ток холостого хода определен опытным путем и равен $I_x = 8,5 \text{ А}$.

Потребляемая реактивная мощность при номинальной нагрузке:

$$\Delta Q_1 = P_{\text{ном}} \text{tg} \varphi / \eta = 17 \cdot 0,512 / 0,89 = 9,8 \text{ кВАР.}$$

Реактивные потери мощности холостого хода:

$$\Delta Q_x = 3^{0,5} \cdot U_{\text{ном}} / 1000 I_x = 1,73 \cdot 380 / 1000 \cdot 8,5 = 5,6 \text{ кВАР.}$$

Реактивные потери мощности КЗ:

$$\Delta Q_k = \Delta Q_1 - \Delta Q_x = 9,8 - 5,6 = 4,2 \text{ кВАР.}$$

Потребляемая реактивная мощность при номинальной нагрузке:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_x + \Delta Q_k = 14 + 55 = 69 \text{ кВАР.}$$

Потребляемая реактивная мощность при 50% от номинальной нагрузки:

$$\Delta Q_{0,5} = \Delta Q_x - k_z^2 \Delta Q_k = 5,6 + 0,25 \cdot 4,2 = 6,65 \text{ кВАР.}$$

Потери активной мощности пропорциональны квадрату реактивной мощности и при снижении реактивной мощности уменьшаются.

Задача 3. Определение экономии топлива от применения энергоэкономичных осветительных приборов. Определение расхода топлива при применении ламп накаливания либо люминесцентных ламп с электромагнитным дросселем.

Определение потребляемого количества электроэнергии при работе освещения:

$$\mathcal{E}_1 = \sum (n_i \cdot N_{\text{ли}} \cdot T_{\text{pi}}), \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где n_i – количество осветительных приборов одинаковой мощности, шт.;

$N_{\text{ли}}$ – мощность применяемых одинаковых ламп, кВт;

T_{pi} – число часов работы в году, часов.

Определение расхода топлива на отпуск электроэнергии, используемой на освещение:

$$V_1 = \mathcal{E}_1 \cdot (1 + k_{\text{пот}}/100) \cdot b_{\text{эв}} \cdot 10^{-6}, \text{ т.у.т.},$$

где $b_{\text{эв}}$ – удельный расход топлива на отпуск электрической энергии от замещающей конденсационной станции энергосистемы, т.у.т./кВт ч;

$k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях.

При этом электроэнергия, необходимая для освещения, принимается от замыкающей станции энергосистемы с учетом потерь в электрических сетях.

Задача 4. Определение расхода топлива при применении люминесцентных ламп с электронной пускорегулирующей аппаратурой.

Определение потребляемого количества электроэнергии при работе освещения:

$$\mathcal{E}_2 = \sum (k_i \cdot N_{\text{эли}} \cdot T_{\text{pi}}), \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где k_i – количество энергоэкономичных осветительных приборов одинаковой мощности, шт.;

$N_{\text{эли}}$ – мощность применяемых одинаковых осветительных приборов, кВт;

T_{pi} – число часов работы в году.

Определение расхода топлива на отпуск электроэнергии, используемой на освещение:

$$V_2 = \mathcal{E}_2 \cdot (1 + k_{\text{пот}}/100) \cdot b_{\text{эв}} \cdot 10^{-6}, \text{ т.у.т.},$$

где $b_{\text{эв}}$ – удельный расход топлива на отпуск электрической энергии от замещающей конденсационной станции энергосистемы, т.у.т./кВт ч;

$k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях, %.

При этом электроэнергия, необходимая для освещения, принимается от замыкающей станции энергосистемы с учетом потерь в электрических сетях.

Определение экономии топлива от внедряемого мероприятия:

$$D_B = V_1 - V_2, \text{ т.у.т.}$$

Задача 5. Определите потребляемую трансформатором реактивную мощность при номинальной нагрузке и при нагрузке 50 % от номинальной. Варианты заданий даны в табл. 1.

Таблица 1. Варианты заданий

№	Трансформатор	Номинальная мощность, кВА	Напряжение, кВ	Ток холостого хода, %	Напряжение КЗ, %
1	ТМ-63	63	10	2,5	4,0
2	ТМ-100	100	10	2,3	4,0
3	ТМ-160	160	10	2,1	4,0
4	ТМ-2500	2500	10	1,0	6,0

Примечание: данные из каталога предприятия АБС Электро.

Задача 6. Определите потребляемую реактивную мощность при номинальной нагрузке и при нагрузке 50 % от номинальной. Варианты заданий даны в табл. 2.

Таблица 2. Варианты заданий

№	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	cos φ	Частота вращения, об/мин	η
1	11	380	0,9	3000	0,88
2	22	380	0,91	3000	0,885
3	1,5	380	0,83	1500	0,77
4	4,0	380	0,84	1500	0,84

Примечание: tg φ рассчитайте, опираясь на знание тригонометрии. Ток холостого хода для всех вариантов принять 5 А.

Задача 7. Определение экономии топлива от применения энергоэкономичных осветительных приборов. Обучающийся должен решить обе задачи. Справочные данные найти самостоятельно.

Задача 8. В организации 66 ламп накаливания мощностью 60 Вт и 34 лампы накаливания мощностью 40 Вт были заменены на то же количество энергосберегающих ламп мощностью 11 и 8 Вт соответственно. Оцените экономию электроэнергии при числе часов работы 400 в год.

Задача 9. Оцените срок окупаемости замены лампы накаливания (60 Вт, стоимость 15 руб.) в подъезде на светодиодную (6 Вт, стоимость 650 руб.). Режим работы 12 часов в сутки, круглый год, тариф за электроэнергию 2 руб./кВт·ч. Срок службы лампы накаливания 1000 часов, светодиодной – 40 000 часов, стоимость замены 30 руб.

Ход расчета:

1. Вычислить стоимость электроэнергии, потребляемой лампами.
2. Вычислить экономию от замены по электроэнергии.
3. Вычислить стоимость владения: количество замен в год умножить на стоимость лампы плюс стоимость замены.
4. Вычислить суммарную экономию и сравнить с разницей стоимости лампы накаливания и светодиодной лампы.

Вопросы для контрольных заданий

Контрольная работа по темам №1-3

1. Актуальность энергосбережения.
2. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
3. Учет используемых энергетических ресурсов.
4. Проведение обязательных энергетических обследований.
5. Законодательно-нормативная база энергосбережения в Российской Федерации.
6. Основные направления реализации энергосбережения.
7. Государственные программы «Энергосбережение».
8. Политика и законодательство города Москвы в области энергоэффективности и энергосбережения.
9. Топливные и энергетические ресурсы Москвы.
10. Традиционные технологии производства электроэнергии в РФ.

Контрольная работа по темам № 4-5

1. Энергетическое хозяйство современного мегаполиса.
2. Энергосберегающие технологии в городском хозяйстве.
3. Применение автоматизированных систем контроля и учета потребления энергии.
4. Методы утилизации вторичных энергетических ресурсов.
5. Энергосбережение в системах электроснабжения, водоснабжения и водоотведения.
6. Энергосберегающие технологии в электро-, тепло-, газо-, водоснабжении муниципальных районов.
7. Энергосбережение в зданиях и сооружениях города.
8. Энергетически эффективные здания и сооружения.
9. Концепция энергосберегающего экодому.
10. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии в жилищно-строительной сфере.

Контрольная работа по темам № 6-8

1. Стандарты на бытовое энергосбережение.
2. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля расхода тепла, электроэнергии, холодной и горячей воды, газа.
3. Энергосберегающие источники света, их характеристики.
4. Приемы экономии и рационального использования воды, газа, электроэнергии и тепла в быту.

5. Классификация возобновляемых источников энергии.
6. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в РФ.
7. Зарубежный опыт энергосберегающей политики.
8. Основные принципы международной политики в области использования возобновляемых источников энергии, энергоэффективности и энергосбережения.

Вопросы к экзамену

1. Введение в проблему энергетического кризиса.
2. Актуальность энергосбережения.
3. Термины и понятия в области энергосбережения.
4. Топливо-энергетические ресурсы.
5. Энергетические обследования.
6. Энергетический паспорт предприятия.
7. Возобновляемые источники энергии.
8. Энергетическая эффективность.
9. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
10. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.
11. Учет используемых энергетических ресурсов.
12. Проведение обязательных энергетических обследований.
13. Законодательно-нормативная база энергосбережения в Российской Федерации.
14. Основные направления реализации энергосбережения.
15. Закон РФ от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» и основные нормативные документы в области энергосбережения.
16. Государственные программы «Энергосбережение».
17. Основы государственного управления в сфере энергосбережения.
18. Политика и законодательство города Москвы в области энергоэффективности и энергосбережения.
19. Энергия, ее виды, назначение и использование.
20. Топливные и энергетические ресурсы городского хозяйства и их классификация.
21. Природопользование, рациональное использование природных ресурсов и проблемы использования ограниченных природных ресурсов.
22. Традиционные технологии производства электроэнергии в регионах РФ.
23. Энергетическое хозяйство современного мегаполиса.
24. Способы регулирования электрических и тепловых нагрузок.
25. Применение автоматизированных систем контроля и учета потребления энергии.
26. Методы утилизации вторичных энергетических ресурсов.
27. Энергосбережение в системах электроснабжения, электропотребления, водоснабжения и водоотведения.
28. Тепловые сети. Потери тепловой энергии при передаче и способы их

снижения.

30. Нормирование энергопотребления.
31. Энергосберегающие технологии в электро-, тепло-, газо-, водоснабжении муниципальных районов, энергосбережение в системах отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования.
32. Тепловые потери в зданиях и сооружениях.
33. Тепловая изоляция зданий и сооружений.
34. Теплоизоляционные материалы, их свойства.
35. Тепловые завесы.
36. Суточное и сезонное регулирование теплового режима зданий.
37. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий.
38. Энергетически эффективные здания и сооружения (системы учета, нормирование и контроль потребления электрической энергии и тепла, аппаратура и устройства, обеспечивающие энергосбережение).
39. Энергосберегающие технологии в коммунально-бытовом хозяйстве и строительстве.
40. Энергосбережение в жилищном строительстве: основные направления экологичного энергопотребления.
41. Энергосбережение в жилищном строительстве: энергосберегающие заглубленные здания.
42. Энергосбережение в жилищном строительстве: концепция энергосберегающего экоддома.
43. Энергосбережение в жилищном строительстве: нетрадиционные возобновляемые источники энергии в жилищно-строительной сфере.
44. Ресурсосбережение в жилищном строительстве: использование техногенного сырья – мощный экологический ресурс; экологическая безопасность техногенного сырья.
45. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий в жилищно-коммунальном хозяйстве.
46. Проектирование энергоэффективных и энергосберегающих зданий.
47. Стандарты на бытовое энергосбережение.
48. Бытовые приборы регулирования, учета и контроля расхода тепла, электроэнергии, холодной и горячей воды, газа.
49. Световой режим в помещениях различного назначения.
50. Энергосберегающие источники света, их характеристики.
51. Электронагревательные приборы и их эффективное использование.
52. Приемы экономии и рационального использования воды, газа, электроэнергии и тепла в быту.
53. Автономные энергоустановки.
54. Повышение эффективности систем отопления.
55. Бытовые и осветительные приборы с низким потреблением электрической энергии.
56. Системы автоматического управления освещением.
57. Технические и энергетические характеристики аппаратов и

приборов.

58. Международный стандарт ISO 50001.
59. Организация энергоменеджмента на предприятии.
60. Мониторинг и стимулирование выполнения программ энергосбережения.
61. Контроль выполнения программ энергосбережения.
62. Государственная информационная система в области энергосбережения, ее назначение.
63. Особенности энергообследования энергетических предприятий и предприятий, осуществляющих транспорт энергоресурсов.
64. Классификация возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
65. Перспективы развития ВИЭ в РФ.
66. Опыт энергосберегающей политики США, России, Японии.
67. Перспективные виды топлив и технологий энергосбережения.
68. «Прорывные технологии» в энергосбережении.
69. Основные принципы международной политики в области использования возобновляемых источников энергии, энергоэффективности и энергосбережения.