

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 «ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетика и электротехника (по
элективным модулям*)»

Автор(ы): ст. препод. Т.В. Лискова

Проректор по образовательной
деятельности

Л. К. Габышева

Екатеринбург
2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Энергосберегающие технологии»: формирование у студентов знаний целей и задач энергосбережения, организации работы по энергосбережению на предприятиях, основные технические направления экономии электроэнергии в системах электроснабжения.

Задачи:

- знать сущность, цель и задачи энергосбережения;
- знать основные технические направления экономии электроэнергии в системах электроснабжения;
- понимать эффективность энергосберегающих мероприятий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Энергосберегающие технологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Альтернативные и возобновляемые виды энергии.
2. Общая энергетика.
3. Оценка эффективности энергопотребления.
4. Энергоаудит предприятия.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПКС-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Сущность, цели и задачи энергосбережения;
32. Показатели энергосбережения на предприятии;
33. Особенности организации работы по энергосбережению на предприятиях;
34. Особенности проведения энергоаудита предприятий и организаций.

Уметь:

- У1. Проводить энергоаудит предприятий и организаций;
- У2. Организовывать работу по энергосбережению на предприятиях;
- У3. Оценивать эффективность энергосберегающих мероприятий.

Владеть:

- В1. Методикой проведения энергоаудита предприятий и организаций;
- В2. Технологией составления энергетического паспорта предприятия;
- В3. Методами оценки эффективности и расчета энергосберегающих мероприятий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 час.), семестр изучения – 8, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	8 сем.
Кол-во часов	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216
Контактная работа, в том числе:	90
Лекции	36
Практические занятия	54
Самостоятельная работа студента	126
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	8 сем.

**Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины	Сем.	Всего,	Вид контактной	СРС
----------------------------------------	------	--------	----------------	-----

(модуля)		час.	работы, час.			
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Роль энергетических процессов в хозяйственной деятельности человека и воздействие на окружающую среду	8	30	4	8	-	18
2. Энергосбережение как часть государственной политики России	8	32	6	8	-	18
3. Физические основы энергосбережения	8	30	6	8	-	16
4. Энергосбережение в инженерных системах зданий и сооружений	8	30	4	8	-	18
5. Методы и средства повышения энергетической эффективности	8	32	4	6	-	22
6. Энергосбережение с применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ)	8	32	6	8	-	18
7. Эффективные энергосберегающие технологии	8	30	6	8	-	16

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Роль энергетических процессов в хозяйственной деятельности человека и воздействие на окружающую среду

Тема 1. Текущая актуальность проблем энергосбережения

Цели и задачи дисциплины «Энергосберегающие технологии». Источники энергии на Земле. Восполняемость запасов энергии в биосфере. Исчерпаемость сырьевых и энергетических ресурсов. Периоды истощения ресурсной базы в истории развития человечества. Неолитическая революция. Катастрофа бронзового века. Темные века. Современные тенденции истощения топливно-энергетических ресурсов - рост населения, ссудный процент, запрограммированное устаревание товаров, патентная ловушка. Динамика добычи энергоносителей. Сырьевые пики – пик гуано, фосфорная яма, азотный барьер, пик нефти, пик урана. Актуализация понятия энергосбережение. Нефтяной кризис 1973 года. Отражение проблем энергосбережения в геополитике.

Тема 2. Главные показатели энергоэффективности

Показатели энергоэффективности добычи первичных топливно-энергетических ресурсов. Коэффициент воспроизводства энергии EROEI. Оценка эффективности добычи полезных ископаемых. Потери при транспортировке топлива и энергии. Коэффициент полезного использования – показатель

энергоэффективности преобразования одного вида энергии в другую. Коэффициент полезного действия. Идеальные преобразования и циклы. Потенциал энергосбережения. Способ выбора идеального аналога. Расчет энергетического КПД. Теоретический потенциал энергосбережения. Суммарный резерв экономии энергии. Классификация мер по экономии энергии. Планирование энергосберегающих мероприятий. Категории энергосберегающих мероприятий. Стратегические мероприятия энергосбережения. Методы стимулирования энергосбережения.

Тема 3. Критерии энергосберегающих мероприятий и технологий

Критерии энергосбережения – экономия энергии, уменьшение потерь, сокращение экологического загрязнения окружающей среды. Четвертый (основной) критерий энергосбережения. Виды экологических загрязнений. Сжигание (окисление) углеводородного топлива. Состав вредных веществ, образующихся в результате сжигания топлива. Загрязнения окружающей среды от технологий альтернативной (возобновляемой) энергетики. Воздействие энергетики на биосферу и проблема антропогенного изменения климата. Ограничение выбросов вредных веществ. Киотский протокол. Снижение выбросов окислов серы на теплоэлектростанциях. Сера в топливе и удаление серы на нефтеперерабатывающих заводах. Снижение выбросов окисла азота при горении на теплоэлектростанциях. Золоулавливание на тепловых станциях. Экологически перспективная ТЭС.

Раздел 2. Энергосбережение как часть государственной политики России

Тема 4. Законодательная и нормативная правовая база энергосбережения и повышения энергетической эффективности в РФ

Основные положения Государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Нормативно-правовая база энергосбережения. Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...». Общие положения. Требования энергетической эффективности, предъявляемые к государственным (муниципальным) учреждениям. Государственные и муниципальные энергосервисные договоры. Системы энергоменеджмента ISO 50001. Основные положения ISO 50001. Энергопланирование. Энергетическая политика. Этапы внедрения программы энергосбережения. Проверка энергоэффективности.

Тема 5. Экономические и информационные аспекты государственной программы энергосбережения

Энергосервисные компании и энергосервисные контракты. Риски энергосервисных договоров и основные проблемы рынка. Последовательность действий при заключении энергосервисного договора. Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Критериальные показатели эффективности. Риски инвестиционного проекта. Государственное

стимулирование мероприятий в области энергосбережения. Введение социальной нормы потребления. Ускоренная амортизация основных средств. Возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам и займам. Инвестиционный налоговый кредит. Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Российское энергетическое агентство (РЭА). Государственная информационная система.

Раздел 3. Физические основы энергосбережения

Тема 6. Физические законы и единицы измерения энергии

Закон сохранения энергии. Первое начало термодинамики. Эксергия. Закон возрастания энтропии (принцип необратимости). Теплопроводность, основные понятия и определения. Законы теплопроводности. Конвективный теплообмен, основные понятия и определения. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Сложный теплообмен и теплоотдача. Способы интенсификации теплопередачи. Тепловая изоляция.

Законы гидродинамики. Тепловой баланс и баланс массовых расходов при слиянии и разветвлении потоков. Определение температуры смеси при слиянии потоков для целей регулирования потребления тепла.

Виды энергии и энергетических ресурсов. Единицы измерения энергии. Удельная энергоемкость топлива. Приведенные единицы измерения топливно-энергетических ресурсов – условное топливо и нефтяной эквивалент.

Тема 7. Тепловые потери зданий и сооружений и методы их определения

Структура тепловых потерь. Сопротивление теплопередаче. Методы определения тепловых потерь. Оценка удельной тепловой характеристики здания. Тепловой поток через ограждающие конструкции здания. Удельные тепловые потоки, нормы. Способы минимизации тепловых потерь.

Раздел 4. Энергосбережение в инженерных системах зданий и сооружений

Тема 8. Системы автоматического регулирования

Мероприятия по энергосбережению в зданиях и сооружениях. Мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Автоматизированные системы регулирования потребления тепловой энергии (АСРПТ). Основные типовые схемы АСРПТ. Регулирование в зависимой схеме присоединения тепловых нагрузок. Стандартная схема узла регулирования, ее состав, принцип действия, функциональное назначение узлов и агрегатов. Выбор циркуляционного насоса внутреннего контура системы отопления. Исполнительные механизмы. Применение двухходовых электрических задвижек. Особенности применения трехходовых электроклапанов. Типы приводов электрозадвижек и клапанов. Контроллеры (погодные регуляторы). ПИД-регулирование. Программируемые контроллеры МИР, составление алгоритмов и программ, настройка и отладка с помощью программы РОМБ. Переходные

характеристики. Режимы регулирования. Режим натопа здания. Режим выдерживания оптимального температурного графика, ночные энергосберегающие режимы, режим автоподбора оптимальных коэффициентов регулирования. Оценка экономии тепловой энергии при внедрении автоматизированного узла регулирования потребления тепловой энергии на отопление. Особенности узлов регулирования в закрытых системах теплоснабжения. Схемы регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Схемы регулирования постоянства температуры и давления в системах горячего водоснабжения.

Раздел 5. Методы и средства повышения энергетической эффективности

Тема 9. Типовые мероприятия по повышению эффективности производства и потребления электрической энергии

Неравномерность потребления электрической энергии. Суточные, месячные и сезонные пики потребления. Методы сглаживания пиков потребления. Устройства сохранения электрической энергии. Суперконденсаторы, типы, примеры применения. Водородные топливные элементы. Механические системы аккумулирования энергии. Гидроаккумулирующие электрические станции (ГАЭС). Супермаховики. Методы и перспективы прямого преобразования энергий. Магнетогидродинамические генераторы. Термоэлектронные генераторы. Термоэмиссионные преобразователи. Радиоизотопные термоэлектрические генераторы электроэнергии (РИТЭГ).

Малобюджетные энергосберегающие мероприятия на промышленных предприятиях. Замена ламп накаливания на новые типы энергосберегающих источников света. Люминесцентные и газонаполненные лампы. Светодиодные источники света. Схемы и методы управления освещением. Автоматизированные компьютерные (smart) системы управления электрическими нагрузками, экономический эффект внедрения. Электрические пик-элементы.

Тема 10. Типовые мероприятия по повышению эффективности производства и потребления тепловой энергии

Источники производства тепловой энергии. Теплофикация. Источники потерь энергии на тепловых станциях и меры по их уменьшению. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии – способ снижения потерь энергии и увеличения коэффициента полезного использования. Теплоэлектроцентрали. Атомные станции теплоснабжения. Радиус эффективного теплоснабжения. Централизованные тепловые сети. Проблемы централизованного теплоснабжения с точки зрения энергосбережения. Основные мероприятия по повышению энергоэффективности теплофикации.

Потребители тепловой энергии. Теплопотребляющие энергоустановки. Эффективное теплораспределение в здании. Тепловые завесы. Инфракрасные излучатели. Технология «теплый пол». Воздушное кондиционирование и

вентиляция. Организация разнотемпературных тепловых зон. Терморегуляторы. Технические мероприятия по энергосбережению и пределы годовой экономии.

Раздел 6. Энергосбережение с применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Виды и классификация возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Возобновляемые энергетические ресурсы в мире и перспективы их использования. Возобновляемые энергетические ресурсы России. Энергия ветра. Ветроэлектростанции и их основные характеристики. Повышение энергетической эффективности режимов работы автономных ветрогенераторов. Методика определения технико-экономических характеристик ветроэлектростанций. Гидроэнергия. Микрогидроэлектростанции. Солнечная энергия. Нагревание воды солнечным излучением. Солнечные коллекторы. Солнечные электростанции, их классификация и особенности применения. Геотермальная энергия. Тепловые насосы и использование в системах теплоснабжения зданий и сооружений. Энергия биомассы. Биотопливо. Сравнительные технико-экономические показатели энергетических установок в традиционном исполнении и с использованием ВИЭ. Принципы и технологические особенности энергетических установок на НВИЭ.

Раздел 7. Эффективные энергосберегающие технологии

Тема 11. Перспективные технологии в атомной энергетике – часть энергосберегающей политики России

Производство электрической энергии на тепловых атомных станциях, текущее состояние. Доля электрической энергии, вырабатываемой атомными станциями на тепловых нейтронах в России и мире. Дефицит топлива на основе урана-235. Создание замкнутого топливно-ядерного цикла – резкое повышение энергоэффективности атомной энергетики. Реакторы на быстрых нейтронах. Первичное ядерное топливо – уран 238 и его запасы. Воспроизводство ядерного топлива в реакторах на быстрых нейтронах. Коэффициенты воспроизводства топлива и энергии (EROEI) в реакторах на быстрых нейтронах по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах. MOX-топливо. Вторичное ядерное топливо: плутоний-239 и уран-233. Уменьшение экологического загрязнения в рамках замкнутого ядерного цикла. Дожигание отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Переработка ОЯТ, накопленное за предыдущие годы в MOX-топливо. Атомная программа России до 2030 года. Атомные станции теплоснабжения. Плавающие атомные тепловые электрические станции (ПАТЭС, ПАТЭЦ).

Тема 12. Перспективные технологии в производстве и потреблении тепловой энергии

Новые энергоэффективные способы регулирования отпуска теплоты от источника потребителям в централизованных системах. Качественно - количественный метод регулирования. Аккумуляторы тепловой энергии как способ сохранения пиковых выбросов ТЭС и сглаживания неравномерности

потребления тепловой и электрической энергии. Перспективное централизованное теплоснабжение.

Энергонезависимые дома и здания, их элементы и используемые технологии. Тепловые аккумуляторы. Интеллектуальные терморегуляторы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

3. Технология «тренинг диагностического мышления» направлена на развитие и формирование у будущих специалистов системы общих и специфических умений которые способствуют решению профессиональных задач проблемного типа. Структурирование диагностической информации разворачивается посредством трёх основных способов логического рассуждения: дедукции, индукции и трансдукции. Технологию применяется для проведения практических и семинарских занятий.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде

(ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Стрельников Н. А. Энергосбережение : учебник. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 174 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47729>.

2. 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. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10251>. — Загл. с экрана.

3. Лыкин А. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 115 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45212>.

4. Митрофанов С. В., Кильметьева О. И. Энергосбережение в энергетике : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 127 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61431>.

5. Соколов В. Ю., Митрофанов С. В., Садчиков А. В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2016. - 201 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61430>.

6. Митрофанов С. В., Кильметьева О. И. Методика проведения энергоаудита : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 117 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61374>.

6.2 Дополнительная литература

1. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке [Электронный ресурс] : монография / Ф.Д. Косоухов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 280 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75512>. — Загл. с экрана.

2. Максимчук О. В., Першина Т. А. Управление энергоэффективностью : учебник. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 94 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73619>.

3. Посашков М. В., Немченко В. И., Титов Г. И. Энергосбережение в системах теплоснабжения : учебное пособие. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 192 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29799>.

4. Ушаков В. Я., Харлов Н. Н., Чубик П. С. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК : учебное пособие. - Томск : Томский политехнический университет, 2015. - 283 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55203>.

5. Энергосбережение в жилищной и коммунальной сфере : учебник для вузов [Гриф УМО] / [Л. Н. Чернышов и др. ; под общ. ред. Л. Н. Чернышова, Т. К. Руткаускас]. - Екатеринбург : Издательство РГППУ ; Москва : МГСУ, 2012. - 514 с.

6. Сытин, В. Г. Молекулярная физика в жизни, технике и природе [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. Г. Сытин. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 624 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75531/>.

7. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2011. — 374 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2014>. — Загл. с экрана.

8. Хорольский, В.Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, А.В. Ефанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93707>. — Загл. с экрана.

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>

3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.

2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Информационная система «Таймлайн».

2. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Лаборатория электромеханики и энергосбережения.
3. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
4. Помещения для самостоятельной работы.
5. Лаборатория «Альтернативная энергетика».