

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной  
работе ГГТУ им. П.О. Сухого  
\_\_\_\_\_ А.А. Бойко  
\_\_05.12.\_\_ 2019

Регистрационный № УДмаг-143/уч

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности магистратуры  
1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника» профилизации «Инноваци-  
онные технологии в производстве тепловой и электрической энергии»

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования второй ступени ОСВО 1-43 80 03-2019 и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника», регистрационные номера: №І 43-2-07/уч от 03.04.2019; №І 43-2-15/уч от 03.04.2019

#### СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В. Грунтович, профессор кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Н. Петренко, начальник производственной лаборатории диагностики энергооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»;

А.В. Шаповалов, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», кандидат технических наук, доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 28.10.2019);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 26.11.2019); УДэф-07-08/уч

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 03.12.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина **«Управление энергоэффективностью потребителей топливно-энергетических ресурсов»** входит в компонент учреждения высшего образования "Управление режимами работы теплотехнического оборудования" профилизации «Инновационные технологии в производстве тепловой и электрической энергии» специальности 1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника» и является базовым курсом, подготавливающим магистранта к практической деятельности на производстве и научно-исследовательской работе.

Предметом изучения дисциплины является система управления энергоэффективностью различных групп потребителей ТЭР, методы, технологии, используемые у потребителей топливно-энергетических ресурсов.

Освоение данной дисциплины обеспечивает требование квалификационной характеристики:

- использование достижений науки и передовых технологий в области энергетических систем и управления технологическими процессами (ОСВО 1-43 80 03-2019);

- проведение технико-экономического обоснования принятия решений по строительству, модернизации энергетических объектов, разработка предложений по повышению эффективности использования энергоресурсов(ОСВО 1-43 80 03-2019);

- разработка планов и программ организации инновационной деятельности, технико-экономическое обоснование инновационных проектов в профессиональной деятельности(ОСВО 1-43 80 03-2019).

**Цель изучения дисциплины** - мировой опыт и результаты управления энергоэффективностью; правовые и экономические основы управления энергоэффективностью; принципы регулирования и управления технологическими процессами; прямые и косвенные методы управления потреблением ТЭР; возможности применения компьютерных интеллектуальных систем технического учета для управления энергоэффективностью потребителей ТЭР.

Задачами изучения дисциплины **«Управление энергоэффективностью потребителей топливно-энергетических ресурсов»** являются:

- изучение мирового опыта и достижений в управлении энергоэффективностью потребителей топливно-энергетических ресурсов;

- изучение правовых и экономических основ управления энергоэффективностью потребителей ТЭР;

- освоение методов управления энергоэффективностью потребителей ТЭР с использованием интеллектуальных компьютерных систем.

В результате изучения дисциплины выпускник должен **знать**:

- принципы построения систем управления энергоэффективностью потребителей ТЭР;

-правовые основы управления энергоэффективностью потребителей ТЭР;

-системный подход к решению задач управления энергоэффективностью;

-принципы регулирования и управления энергоэффективностью;

-особенности процесса производства и потребления тепловой и электрической энергии;

-принципы построения автоматизированных систем контроля и управления энергопотреблением;

должен **уметь**:

-представлять современные системы топливо, тепло и электроснабжения с позиций системного анализа;

-уметь использовать Международный стандарт ISO 50001. Системы энергоменеджмента для внедрения системы энергоменеджмента у промышленных потребителей;

должен **владеть**:

- правовыми и экономическими основами управления энергоэффективностью промышленных потребителей;

-системным подходом к решению задач управления энергоэффективностью.

**В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:**

УК-1. Быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи.

УК-2. Быть способным к разработке и использованию современных методического обеспечения и средств вычислительной техники при проведении научных исследований в области теплоэнергетики.

УПК-1. Уметь планировать и проводить исследования для решения задач научноисследовательской и инновационной деятельности, связанной с теплотехническими объектами (ОСВО 1-43 80 03-2019).

Формы получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневное отделение

Специальность	1-43 80 03
Курс	1 курс
Семестр	2 семестр
Лекции (часов)	40
Лабораторные занятия (часов)	-
Практические занятия (часов)	-
Всего аудиторных занятий (часов)	40
Общее количество часов	90
Трудоёмкость, зач.ед.	3
Формы текущей аттестации	
Экзамен	2 семестр
Зачёт	-
Дифференцир. зачёт	-

Заочное отделение

Специальность	1-43 80 03
Курс	1 курс
Семестр	2 семестр
Лекции (часов)	10
Лабораторные занятия (часов)	-
Практические занятия (часов)	10
Всего аудиторных занятий (часов)	10
Общее количество часов (дневн. отд.)	90
Трудоёмкость, зач.ед.	3
Формы текущей аттестации	
Тестирование	-
Экзамен	2 семестр
Зачёт	-
Дифференцир. зачёт	-

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Модуль 1. Системы энергоснабжения промышленных потребителей . Правовые и экономические основы управления их энергоэффективностью**

#### **Тема 1. Вводная лекция**

Назначение и структура учебной дисциплины. Эволюция концепции управления энергоэффективностью промышленных потребителей. Мировой опыт и результаты управления энергоэффективностью. Энергоэффективность и энергетическая безопасность в Содружестве Независимых Государств

#### **Тема 2. Показатели энергоэффективности, их сбор и обработка по рекомендациям Международного энергетического агентства**

Энергетическая эффективность, ее показатели и работа с ними. Организация сбора данных по секторам и видам конечного потребления ТЭР. Пирамида энергетических показателей МЭА. Мировой промышленный сектор. Подсекторы, определяющие энергопотребление промышленного сектора по странам и в Мире в целом. Данные для построения показателей, определяющих энергоэффективность

#### **Тема 3. Представление современных систем энергоснабжения промышленных потребителей с позиций системного анализа**

Характеристика системного подхода и системного анализа. Виды систем, определение, отличительные признаки. Общесистемные закономерности. Системы энергоснабжения современных промышленных предприятий и эволюция их развития. Основные положения системного анализа в энергетике и описание энергетического хозяйства потребителей ТЭР с его позиций.

#### **Тема 4. Правовые и экономические основы управления энергопотреблением. Международный стандарт ISO 50001. Системы энергоменеджмента**

СТБ 1777-2009. Системы управления энергопотреблением. Требования и руководство по применению. СТБ ISO 50001-2013. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. Российский ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. Международный стандарт ISO 50001. Системы энергоменеджмента. Область применения. Термины и определения. Требования системы энергоменеджмента. Энергетическая политика. Энергетическое планирование: общие положения; правовые и другие требования; энергетический анализ; базовые значения энергетических характеристик; установленные значения энергетических характери-

стик; энергетические цели, задачи и планы действий в области энергоменеджмента. Внедрение и функционирование. Проверки: мониторинг, измерение и анализ; оценка соответствия правовым и другим требованиям; внутренний аудит; несоответствия, коррекция, корректирующие и предупреждающие действия. Анализ со стороны руководства.

## **Модуль 2. Регулирование и управление энергоэффективностью потребителей ТЭР**

### **Тема 5. Принципы регулирования и управления в технических системах**

Основные понятия и определения. Принципы регулирования. Разомкнутое регулирование. Регулирование по отклонению. Принцип обратной связи. Регулирование по возмущению. Принцип компенсации. Комбинированные системы автоматического регулирования. Состав системы автоматического регулирования. Функции элементов системы. Принципы оптимального управления.

### **Тема 6. Классификация систем регулирования и управления**

Системы автоматической стабилизации. Следящие системы. Системы программного регулирования. Классификация систем автоматического регулирования (САР) по числу регулируемых параметров. Классификация САР по характеру зависимости между входной и выходной величинами. Классификация САР по характеру зависимости регулируемых параметров от внешних воздействий

### **Тема 7. Управление энергоснабжением промышленных потребителей**

Задачи оперативного управления энергоснабжением. Задачи учета энергоносителей. Управление энергохозяйством предприятия. Организационно-управленческие и производственно-хозяйственные задачи. Автоматизированные системы управления промышленными теплоэлектроцентралями

## **Модуль 3. Управление технологическими процессами с целью повышения их энергоэффективности**

### **Тема 8. Автоматизация контроля и управления технологическими процессами**

Общие сведения об управлении технологическими процессами. Децентрализованные и централизованные системы управления. Структуры автоматизированных систем управления. Взаимодействие "человек-машина" в автоматизированной системе управления технологическими процес-

сами. Функциональные подсистемы автоматизированных систем управления предприятиями

**Тема 9. Научные подходы в обеспечении задачи управления энергоэффективностью технологических процессов на примере предприятий транспорта нефти (энергоресурс - электрическая энергия)**

Выбор оптимального состава насосного оборудования участков нефтепровода. Выбор оптимального состава насосного оборудования в системе водоснабжения

**Тема 10. Научные подходы в обеспечении задачи управления энергоэффективностью технологических процессов на примере линии по производству листового стекла (топливо - газ)**

Топливный баланс газовой печи. Анализ суточных расходов газа на выплавку стекломассы. Оценка текущего состояния энергоэффективности печи и прогнозирование показателей энергоэффективности на перспективу в условиях изменения объема выпуска продукции, выгорания футеровки и износа ограждающих конструкций.

**Тема 11. Научные подходы в обеспечении задачи оценки и прогнозирования показателей ЭЭФ при транспортировке тепловой энергии**

Анализ действующей системы производства и транспортировки тепловой энергии в РБ: анализ статистических данных ГПО «Белэнерго»; анализ повреждений трубопроводов в России и на Украине; обзор нормативных документов, регулирующих политику энергосбережения в РБ при транспортировке ТЭ. Тепловые потери – основной показатель энерго-эффективности тепловых сетей. Расчет тепловых потерь аналитическим методом. Европейский опыт оценки и прогнозирования ЭЭФ тепловых трасс с использованием математических моделей. Разработка полнотелой модели трубопроводной системы с использованием программного обеспечения ANSYS. Тепловые потери по результатам тепловизионного эксперимента. Прогнозирование показателей энергоэффективности тепловых трасс. Причины износа тепловых трасс. Способы предотвращения и прогнозирование утечек в тепловых сетях. Тепловые потери при нарушении строительных норм и правил.

#### **Модуль 4. Управление потреблением ТЭР**

**Тема 12. Проблема управления потреблением ТЭР**

Особенности процессов производства и потребления электрической и тепловой энергии. Организационная структура систем управления электро- и теплоснабжением. Системный подход к решению задач управле-

ния потреблением ТЭР. Классификация методов управления энергопотреблением

### **Тема 13. Прямые и косвенные методы управления потреблением ТЭР**

Системные предпосылки накопления энергии. Электрические накопители энергии. Тепловые накопители энергии. Топливные элементы. Регулирование режимов энергопотребления промышленных предприятий. Договорные отношения между потребителями и производителями электрической и тепловой энергии. Тарифы на электрическую и тепловую энергию.

## **Модуль 5. Системы контроля, учета и управления потреблением топливно-энергетических ресурсов**

### **Тема 14. Автоматизация контроля, учета и управления потреблением ТЭР**

Приборный контроль и учет электрической и тепловой энергии. Принципы построения автоматизированных систем контроля, учета и управления потреблением электрической и тепловой энергии.

### **Тема 15. Применение компьютерных интеллектуальных систем технического учета для управления энергоэффективностью промышленных предприятий**

Назначение и цели создания интеллектуальной компьютерной системы технического учета. Требования к структуре и функциям интеллектуальной компьютерной системе технического учета (ИКСТУ) ТЭР. Математическое обеспечение интеллектуальных компьютерных систем учета ТЭР. Информационное обеспечение расчетно-статистического метода нормирования расхода ТЭР (на примере электрической и тепловой энергии). Порядок введения в эксплуатацию интеллектуальных систем технического учета

### **Тема 16. Моделирование потребления ТЭР для управления энергетической эффективностью**

Элементы статистического анализа. Прогнозирование временных рядов. Прогнозирование показателей ЭЭФ с помощью многофакторных регрессионных моделей. Оценка и выбор статистических методов прогнозирования.

### **Тема 17. Подходы к оценке потенциала повышения эффективности потребления электрической и тепловой энергии с использованием расчетно-статистических моделей энергопотребления от влияющих факторов**

Понятие регулировочной способности по энергоэффективности промышленных производств: вертикальная регулировочная способность по ЭЭФ; горизонтальная регулировочная способность по ЭЭФ. Оценка горизонтальной регулировочной способности по ЭЭФ на основе регрессионной модели зависимости удельного расхода энергоресурса от объема выпуска продукции. Анализ регулировочной способности по ЭЭФ по видам ТЭР и отраслевой принадлежности ПП. Понятие и оценка коэффициента чувствительности по ЭЭФ для промышленных потребителей.

### **Тема 18. Вертикальная регулировочная способность по энергоэффективности**

Формирование ИБД по суточным режимам потребления ТЭР. Применение кластерного анализа для построения структурных моделей суточного потребления энергоресурса (топливо, электрическая энергия, газ). Параметры, характеризующие структуру потребленного энергоресурса и оценка регулировочной способности по ЭЭФ. Характерные виды структурных моделей суточного потребления ТЭР.

Структурные поля суточного потребления газа от температуры наружного воздуха для потребителей региональной системы газоснабжения. Анализ характерных зон по температуре наружного воздуха. Оценка регулировочной способности по ЭЭФ для промышленных потребителей.

## **Модуль 6. Жилищный сектор и его энергоэффективность**

### **Тема 19. Современный жилищный сектор и показатели его энергоэффективности по данным Международного энергетического агентства**

Жилищный сектор и его значимость в современном мире. Виды конечного потребления, определяющие энергопотребление жилищного сектора. Данные и их сбор для построения показателей, характеризующих энергоэффективность жилищного сектора. Пирамида жилищных показателей. Пирамида показателей для отопления в жилищном секторе. Пирамида показателей для охлаждения помещений в жилищном секторе. Пирамида показателей для ГВС в жилищном секторе. Пирамида показателей для освещения в жилищном секторе. Пирамида показателей для процессов приготовления пищи в жилищном секторе. Пирамида показателей для бытовой техники в жилищном секторе.

### **Тема 20. Управление ЭЭФ в жилищном секторе**

Анализ статистических данных потребления ТЭР в жилом секторе на человека. Общая блок-схема данных об энергопотреблении, необходимых для показателей энергоэффективности в жилищном секторе. Европейские технологии, используемые для строительства энергосберегающих домов (на примере Польши): солнечные обогревательные панели RymSol; венти-

ляционная система RylkAir; теплообменник горячей и холодной воды. Энергетический баланс дома. Сравнительный анализ применяемых энергосберегающих технологий: фундамент, стены, окна, ставни, вентиляция, горячее водоснабжение дома, изоляционные материалы. Энергетический и экономический баланс дома. Повышение эффективности использования ЭЭ. Электрическое отопление. Энергонезависимый дом. Возможность приспособления ко всем климатическим условиям. Свертывание программ по атомной энергетике (на примере Франции).

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Дневная форма получения образования специальности  
1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника»)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Назначение и структура учебной дисциплины	2						
2	Показатели энергоэффективности, их сбор и обработка по рекомендациям Международного энергетического агентства	2						Опрос
3	Представление современных систем энергоснабжения промышленных потребителей с позиций системного анализа	2						Опрос
4	Правовые и экономические основы управления энергопотреблением. Международный стандарт ISO 50001. Системы энергоменеджмента	2						Опрос
5	Принципы регулирования и управления в технических системах	2						
6	Классификация систем регулирования и управления	2						
7	Управление энергоснабжением промышленных потребителей	2						Опрос
8	Автоматизация контроля и управления технологическими процессами	2						Опрос
9	Научные подходы в обеспечении задачи управления энергоэффективностью технологических процессов на примере предприятий транспорта нефти (энергоресурс - электрическая энергия)	2						Опрос
10	Научные подходы в обеспечении задачи управления энергоэффективностью технологических процессов на примере линии по производству листового стекла (топливо - природный газ)	2						
11	Научные подходы в обеспечении задачи оценки и прогнозирования показателей ЭЭФ при транспортировке тепловой энергии	2						
12	Проблема управления потреблением ТЭР	2						
13	Прямые и косвенные методы управления потреблением ТЭР	2						Опрос

темы		Количество аудиторных часов					УСР*	наим
		3	4	5	6	7		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Автоматизация контроля, учета и управления потреблением ТЭР	2						Опрос
15	Применение компьютерных интеллектуальных систем технического учета для управления энергоэффективностью промышленных предприятий	2						Опрос
16	Моделирование потребления ТЭР для управления энергетической эффективностью	2						
17	Подходы к оценке потенциала повышения эффективности потребления электрической и тепловой энергии с использованием расчетно-статистических моделей энергопотребления от влияющих факторов	2						
18	Вертикальная регулировочная способность по энергоэффективности	2						
19	Современный жилищный сектор и показатели его энергоэффективности по данным Международного энергетического агентства	2						
20	Управление ЭЭФ в жилищном секторе	2						
Итого		40						



темы	2	Количество аудиторных часов					УСР*	наим
		3	4	5	6	7		
14	Автоматизация контроля, учета и управления потреблением ТЭР							Опрос
15	Применение компьютерных интеллектуальных систем технического учета для управления энергоэффективностью промышленных предприятий							Опрос
16	Моделирование потребления ТЭР для управления энергетической эффективностью	0,5						
17	Подходы к оценке потенциала повышения эффективности потребления электрической и тепловой энергии с использованием расчетно-статистических моделей энергопотребления от влияющих факторов	1						
18	Вертикальная регулировочная способность по энергоэффективности							
19	Современный жилищный сектор и показатели его энергоэффективности по данным Международного энергетического агентства							
20	Управление ЭЭФ в жилищном секторе							
Итого		10						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие для студентов технол., инженер.-техн. и инженер.-экон. специальностей вузов / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. - Минск : Вышэйшая школа, 2005. - 294 с. - (ВУЗ)
2. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для вузов / Б. И.Кудрин. - Москва : Интермет Инжиниринг, 2007. - 670, [1] с.
3. Васильев, В. И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика : учебное пособие для вузов / В. И. Васильев, Б. Г. Ильясов. - ил.. - Москва : Радиотехника, 2009. - 387 с.
4. Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб.. - Санкт-Петербург : Политехника, 2003. - 301,[1] с.. - (Учебник для вузов)
5. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник для вузов / под ред. А. В. Клименко. - 2-е изд., стер.. - Москва : МЭИ, 2011. - 422, [1] с.
6. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие для вузов / под ред. А. В. Клименко. - Москва : МЭИ, 2010. - 423, [1] с.
7. Сибикин, М.Ю. Технология энергосбережения : учебник / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014.-352 с. : ил., табл. - (Профессиональное образование). - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://bibHoclub.ru/index.php?page=book&id=253968>
8. Алексеенков, С.О. Топливо-энергетический комплекс России. Проблемы и тенденции развития рынка : монография / С.О. Алексеенков ; под ред. Г.М. Казиахмедова. - Москва : Юнити-Дана : Закон и право, 2016. - 103 с. : ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446538>

### Дополнительная литература

1. СТБ 1777-2009. Системы управления энергопотреблением. Требования и руководство по применению.
2. СТБ ISO 50001-2013. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению.
3. СТБ 1771-2010. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование. Классификация. Показатели энергоэффективности = Энэргазберажэнне. Энэргаспажывальнае абсталяванне. Класіфікацыя. Паказчыкі энэргаэфектыўнасці. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт, 2010. - 16 с.. - (Государственный стандарт Республики Беларусь)
4. Анищенко, В. А. Методы и средства управления энергоснабжением и потреблением электроэнергии : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» / В. А. Анищенко, В. Б. Козловская. – Минск : БНТУ, 2013. – 199 с. : ил.

5. Аракелов В. Е. Методические вопросы экономии энергоресурсов. - Москва : Энергоатомиздат, 1990. - 190с.. - (ЭТЭ : Экономия топлива и электроэнергии)
6. Басейр, Л. Экономия энергии и материалов-основа экономической стратегии : пер. с нем. / Л. Байер. - Москва : Прогресс, 1988. - 159 с. - (Опыт друзей)
7. Анищенко, В. А. Инвестиции в системы электроснабжения и энергоэффективность промышленных предприятий : учебно-методическое пособие / В. А. Анищенко, Н. В. Токочакова, О. В. Федоров. – Минск : БНТУ, 2009. – 93 с.
8. Кудрин, Б. И. Электроэнергетика сегодня и проблемы электрообеспечения потребителей / И. Б. Кудрин // Промышленная энергетика. - 2016. — № 10. — С. 5—9.
9. Кудрин, Б. И. Электроэнергетика сегодня и проблемы электрообеспечения потребителя / Б. И. Кудрин // Энергоэффективность. - 2017. — № 6. — С. 20—22.
10. Михайлов, В. В. Тарифы и режимы электропотребления / В. В. Михайлов. - 2-е изд.. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 214 с. - (ЭТЭ : Экономия топлива и электроэнергии)
11. Михайлов В. В. Рациональное использование топлива и энергии в промышленности. - Москва : Энергия, 1978. - 224с.
12. Попов Е. П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления : учебное пособие для вузов. - 2-е изд., стер.. - Москва : Наука, 1988. - 256с.
13. ГОСТ 30341-96. Энергосбережение. Методы определения балансов электропотребления горных предприятий. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт РБ, 2000. - 9 с.. - (Межгосударственный стандарт )
14. ГОСТ 30486-97. Энергосбережение. Методы и средства измерения тепловых величин. Общие положения. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт РБ, 2000. - 7 с.. - (Межгосударственный стандарт )
15. ГОСТ 30517-97. Энергосбережение. Методы измерения и расчета теплоты сгорания топлива. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт РБ, 2002. - 11 с.. - (Межгосударственный стандарт )
16. ГОСТ 30619-1998. Энергосбережение. Преобразователи теплового потока термоэлектрические общего назначения. Общие технические условия. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт РБ, 2005. - 21 с. - (Межгосударственный стандарт )
17. ГОСТ 31188-2003. Энергосбережение. Ресурсы энергетические вторичные. Методика определения показателей выхода и использования. - Изд. офиц.. - Минск : БелГИСС, 2005. - 29 с.. - (Межгосударственный стандарт)
18. Анищенко, В. А. Оценка и нормирование показателей энергоэффективности предприятий трубопроводного транспорта нефти / В. А. Анищенко, Н. В. Токочакова. - Гомель : ГГТУ, 2007. - 233с
19. СТБ 1774-2010. Энергосбережение. Энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов. Общие требования.. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт, 2010. - 24 с.. - (Государственный стандарт Республики Беларусь)
20. СТБ 1775-2010. Энергосбережение. Классификация показателей. Общие положения = Энергазберажэнне. Класіфікацыя паказчыкаў.

Агульня палажэнні. - Изд. офиц.. - Минск : Госстандарт, 2010. - 6 с. - (Государственный стандарт Республики Беларусь)

21. Забелло Е. Тарифы: проблемы выбора и мировые подходы // Энергетика и ТЭК = 2005. - №7.-С.22-27.

22. Забелло, Е. П. Выравнивание суточного графика нагрузки в энергосистеме с применением аккумуляторов электромобилей / Евгений Забелло, Виталий Булах // Энергетика и ТЭК. - 2014. — № 7/8. — С. 56—59.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Скуляго

## Вопросы к экзамену

1. Перечислите основные этапы становления и развития концепции управления энергоэффективностью.
2. Мировой опыт и результаты управления энергоэффективностью.
3. Эволюция развития систем энергоснабжения промышленных потребителей от начала индустриализации страны до наших дней.
4. Уровни системы электроснабжения современного промышленного предприятия.
5. Назвать основные положения системного анализа и описание энергетического хозяйства ПП с его позиций.
6. Правовые и экономические основы управления энергопотреблением. СТБ 1777-2009. Системы управления энергопотреблением. Требования и руководство по применению.
7. Правовые и экономические основы управления энергопотреблением. СТБ ISO 50001-2013. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению.
8. Российский ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению.
9. Международный стандарт ISO 50001. Требования системы энергоменеджмента. Энергетическая политика.
10. Энергетическое планирование и управление энергоэффективностью с позиций международного стандарта **ISO 50001**. Энергетический анализ и базовые значения энергетических характеристик.
11. Основные принципы регулирования и управления энергоснабжением промышленных потребителей.
12. Принципы регулирования. Общая характеристика, достоинства и недостатки. Примеры.
13. Алгоритм функционирования САР. Законы регулирования.
14. Состав САР, действующей по принципу "по отклонению". Функциональная схема САР и назначение отдельных ее элементов.
15. Особенности систем автоматической стабилизации.
16. Особенности следящих систем.
17. Классификации САР: по числу регулируемых параметров; по характеру зависимости между входной и выходной величинами; по характеру зависимости регулируемых параметров от внешних воздействий.
18. Задачи оперативного управления энергоснабжением.
19. Задачи учета энергоносителей.
20. Управление энергохозяйством предприятия. Организационно-управленческие и производственно-хозяйственные задачи.
21. Автоматизированные системы управления промышленными теплоэлектроцентралями.
22. Научные подходы в обеспечении задачи управления энергоэффективностью технологических процессов. Пример.

23. Научные подходы в обеспечении задачи оценки и прогнозирования показателей ЭЭФ при транспортировке тепловой энергии.

24. Расчет тепловых потерь при транспортировке ТЭ аналитическим методом. Достоинства и недостатки метода.

25. Европейский опыт оценки и прогнозирования ЭЭФ тепловых трасс с использованием математических моделей.

26. Прогнозирование показателей энергоэффективности тепловых трасс. Причины износа тепловых трасс.

27. Способы предотвращения и прогнозирования утечек в тепловых сетях. Тепловые потери при нарушении строительных норм и правил.

28. Особенности процессов производства и потребления электрической и тепловой энергии. Организационная структура систем управления электро- и теплоснабжением.

29. Системный подход к решению задач управления потреблением ТЭР. Классификация методов управления энергопотреблением.

30. Прямые и косвенные методы управления потреблением ТЭР.

31. Договорные отношения между потребителями и производителями электрической и тепловой энергии. Тарифы на электрическую и тепловую энергию.

32. Приборный контроль и учет электрической и тепловой энергии. Принципы построения автоматизированных систем контроля, учета и управления потреблением электрической и тепловой энергии.

33. Применение компьютерных интеллектуальных систем технического учета для управления энергоэффективностью промышленных предприятий

34. Требования к структуре и функциям интеллектуальной компьютерной системе технического учета (ИКСТУ) ТЭР.

35. Математическое обеспечение интеллектуальных компьютерных систем учета ТЭР.

36. Информационное обеспечение расчетно-статистического метода нормирования расхода ТЭР (на примере электрической и тепловой энергии).

37. Моделирование потребления ТЭР для управления энергетической эффективностью.

38. Элементы статистического анализа. Прогнозирование временных рядов.

39. Прогнозирование показателей ЭЭФ с помощью многофакторных регрессионных моделей.

40. Оценка и выбор статистических методов прогнозирования.

41. Понятие регулировочной способности по энергоэффективности промышленных производств: вертикальная регулировочная способность по ЭЭФ; горизонтальная регулировочная способность по ЭЭФ.

42. Оценка горизонтальной регулировочной способности по ЭЭФ на основе регрессионной модели зависимости удельного расхода энергоресурса от объема выпуска продукции.

43. Понятие и оценка коэффициента чувствительности по ЭЭФ для промышленных потребителей.

44. Вертикальная регулировочная способность по энергоэффективности.

45. Применение кластерного анализа для построения структурных моделей суточного потребления энергоресурса (топливо, электрическая энергия, газ). Параметры, характеризующие структуру потребленного энергоресурса, характерные виды структурных моделей суточного потребления ТЭР.

46. Структурные поля суточного потребления газа от температуры наружного воздуха для потребителей региональной системы газоснабжения. Анализ характерных зон по температуре наружного воздуха. Оценка регулировочной способности по ЭЭФ для промышленных потребителей.

47. Современный жилищный сектор и показатели его энергоэффективности по данным Международного энергетического агентства.

48. Показатели, характеризующие ЭЭФ жилищного сектора.

49. Общая блок-схема данных об энергопотреблении, необходимых оценки энергоэффективности в жилищном секторе.

50. Сравнительный анализ применяемых энергосберегающих технологий: фундамент, стены, окна, ставни, вентиляция, горячее водоснабжение дома, изоляционные материалы.

51. Энергетический и экономический баланс энергосберегающего дома.

52. Повышение эффективности использования ЭЭ. Электрическое отопление. Энергонезависимый дом.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

Основным средством, обеспечивающим самостоятельную работу студентов по дисциплине, является электронный курс, который должен быть доступен в сети Интернет.

Основные элементы электронного курса:

- тексты всех лекций в отдельных файлах;
- презентации по всем лекциям в отдельных файлах;

научные публикации в формате PDF с платформы

[eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА](https://elibrary.ru)

[https://elibrary.ru.](https://elibrary.ru)

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Энергоэффективные технологии в энергетике и промышленности	Электроснабжение		

Библиотека ГГТУ им. Л.О.Березина