

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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

\_\_\_\_\_ 30.06.2022 г. \_\_\_\_\_

Регистрационный № УД-55-118/уч

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 02-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» №І 43-1-08/уч от 21.05.2018, №І 43-1-29/уч от 6.02.2019, №І 43-1-15/уч от 5.02.2020.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

Т.В. Алферова, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

О.Ю. Пухальская, ст. преподаватель кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В. Тодарев, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

А.Ю. Бугров, начальник оперативно-диспетчерской службы филиала «Гомельские электрические сети» Гомельского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Гомельэнерго».

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 12 от 6.05.2022 г.);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 9 от 24.05.2022 г.);

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 28.06.2022 г.).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью преподавания учебной дисциплины «Управление энергоэффективностью в электрических сетях» является формирование у студентов знаний по проблеме управления энергоэффективностью в электрических сетях, обучение студентов способам и методам бесконфликтного режимного взаимодействия потребителей с энергосистемой.

Задачами изучения учебной дисциплины являются:

- изучение принципов режимного взаимодействия потребителей электроэнергии с энергосистемой;
- изучение способов и методов прямого и косвенного управления электропотреблением на промышленных предприятиях;
- изучение способов и методов оптимизации режимов потребления реактивной мощности в электрических сетях;
- изучение возможностей тарифного стимулирования потребителей электроэнергии к регулированию электропотребления;

Учебная дисциплина «Управление энергоэффективностью в электрических сетях» взаимосвязана с такими, учебными дисциплинами как «Электрические сети», «Электроэнергетические системы», «Основы энергосбережения».

В свою очередь, данная учебная дисциплина является базой для изучения учебных дисциплин «Монтаж и эксплуатация электрических сетей», «Автоматизация электрических сетей».

В результате изучения учебной дисциплины «Управление энергоэффективностью в электрических сетях» студент должен знать:

- существующие тарифные системы оплаты электроэнергии;
  - методы и способы маневрирования электрической нагрузкой;
  - основные способы и методы управления электропотреблением, их сущность и классификацию;
  - методы оптимального управления реактивной мощностью в электрических сетях;
- уметь:
- осуществлять оперативное управление режимом электропотребления;
  - пользоваться методами формирования и отработки вынужденных графиков нагрузки на произвольном уровне энергетической иерархии;
  - рассчитать оптимальные значения параметров управления источников реактивной мощности по различным критериям;
  - рассчитать стоимость электроэнергии и выбрать оптимальную тарифную систему для промышленного потребителя электроэнергии.

владеть:

- практическими навыками расчетов вынужденных графиков электрической нагрузки потребителей-регуляторов;
- методиками расчета оптимальных режимов потребления реактивной мощности;

- методикой расчета смещений во времени индивидуальных графиков электрической нагрузки для выравнивания совмещенной электрической нагрузки.

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

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- взаимодействовать со специалистами смежных профилей;
- анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий;
- на основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства, преобразования и распределения электроэнергии и разрабатывать пути их устранения:
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития энергетики, инновационным технологиям, проектам и решениям;
- оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых оборудования и технологий.

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности, составляет 170 часов, аудиторных - 64 часа. Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах равна 5,0.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневная форма	
Курс:	5
Семестр:	9
Лекции:	32 часа
Практические занятия:	32 часа
Всего аудиторных:	64 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:  
экзамен 9 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Цели, задачи и методы управления энергоэффективностью в электрических сетях.

Необходимость управления энергоэффективностью и электропотреблением. Понятие управления, управляющего воздействия, объекта и субъекта управления. Электропотребление как объект управления: особенности электроэнергетики как объекта управления; основное режимное противоречие между производством и потреблением электроэнергии. Классификация методов управления электропотреблением: прямые и косвенные методы, выравнивание и уплотнение графиков нагрузки; общеорганизационные мероприятия, мероприятия энергосистемы и потребителей.

Тема 2. Взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии.

Правила электроснабжения: договор электроснабжения; права, обязанности и ответственность сторон. Режимные взаимоотношения: ограничение потребителей и отключение электрической энергии и мощности; графики ограничения потребителей и отключения электрической энергии и мощности.

Тема 3. Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением.

Экономические взаимоотношения: требования к тарифам и их основные виды. Горизонтальное маневрирование как способ снижения стоимости электроэнергии. Системы тарифов на электрическую энергию за рубежом.

Тема 4. Активное управление электропотреблением.

Понятие о встречном регулировании электрической нагрузки. Формирование графиков электрической нагрузки потребителей-регуляторов по закону встречного регулирования. Потребители-регуляторы промышленных предприятий.

Тема 5. Маневрирование электропотреблением.

Постановка задачи. Вертикальное маневрирование. Горизонтальное маневрирование.

Тема 6. Накопители энергии в энергетических системах.

Общие понятия. Виды накопителей и основные характеристики: общая классификация; сравнительный анализ.

Тема 7. Управление реактивной мощностью в электрических сетях.

Влияние реактивной мощности на экономичность работы электрических сетей. Технические средства компенсации реактивной мощности. Оптимизация работы узла нагрузки с синхронными двигателями. Оптимизация работы узла нагрузки с батареей статических конденсаторов.

Тема 8. Учёт электрической энергии.

Цели и задачи учёта электроэнергии. Современное состояние учёта на предприятиях. Коммерческий и технический учёт, требования, предъявляемые к счётчикам коммерческого и технического учета. Автоматизированная система управления энергопотреблением на основе интеллектуальных электрических сетей.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

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.	Цели, задачи и методы управления энергоэффективностью в электрических сетях.	4	4					Экзамен
2.	Взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии.	4	4					Экзамен
3.	Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением.	4	4					Экзамен
4.	Активное управление электропотреблением.	4	4					Экзамен
5.	Маневрирование электропотреблением.	4	4					Экзамен
6.	Накопители энергии в энергетических системах.	4	4					Экзамен
7.	Управление реактивной мощностью в электрических сетях.	4	4					Экзамен
8.	Учёт электрической энергии.	4	4					Экзамен
<b>Итого</b>		<b>32</b>	<b>32</b>					

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Баранов, А.В. Энергосбережение и энергоэффективность: учебное пособие / А.В. Баранов, Ж.А. Зарандия; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: ГГТУ, 2017. – 96 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498908>
2. Управление энергосбережением и энергетической эффективностью в городском хозяйстве: учебное пособие / А.М. Идиатуллина, Ю.А. Вафина, А.А. Гайнутдинова и др.; под ред. А.М. Идиатуллиной; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: КНИТУ, 2013. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258813>

## Дополнительная литература

3. Прокопчик В.В. Повышение качества электроснабжения и эффективности работы электрооборудования предприятий с непрерывными технологическими процессами. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2002.
4. Федин, В.Т. Основы проектирования энергосистем: учебное пособие для вузов / В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 1. – 321 с.
5. Федин, В.Т. Основы проектирования энергосистем: учебное пособие для вузов / В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 2. – 202 с.
6. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник / Т.А. Филиппова; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 294 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574714>
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. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968>

## Учебно-методическая литература

8. Сычёв, А.В. Управление электропотреблением: курс лекций / А.В. Сычёв. – Гомель: УО ГГТУ им. П.О. Сухого, 2006. – 101 с. (м/ук. 3345).
9. Управление энергоэффективностью в электрических сетях [Электронный ресурс]: практикум по одному дисциплине для студентов специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» дневной формы обучения / Т.В. Алферова, О.Ю. Пухальская. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2021. – 29 с.



### Примерный перечень практических занятий

1. Активное управление электропотреблением.
2. Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением.
3. Горизонтальное маневрирование электропотреблением.
4. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с батареями статических конденсаторов.
5. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными двигателями.
6. Определение потерь мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения.

## Перечень вопросов к экзамену

1. Необходимость управления энергоэффективностью и электропотреблением.
2. Понятие управления, управляющего воздействия, объекта и субъекта управления.
3. Электропотребление как объект управления: особенности электроэнергетики как объекта управления; основное режимное противоречие между производством и потреблением электроэнергии.
4. Классификация методов управления электропотреблением: прямые и косвенные методы, выравнивание и уплотнение графиков нагрузки; общеорганизационные мероприятия, мероприятия энергосистемы и потребителей.
5. Графики электрических нагрузок и их основные показатели.
6. Понятие о встречном регулировании электрической нагрузки.
7. Потребители-регуляторы промышленных предприятий.
8. Формирование графиков электрической нагрузки потребителей-регуляторов по закону встречного регулирования.
9. Вертикальное маневрирование электропотреблением.
10. Горизонтальное маневрирование электропотреблением.
11. Правила электроснабжения: договор электроснабжения; права, обязанности и ответственность сторон.
12. Режимные взаимоотношения: ограничение потребителей и отключение электрической энергии и мощности; графики ограничения потребителей и отключения электрической энергии и мощности.
13. Экономические взаимоотношения: требования к тарифам и их основные виды.
14. Горизонтальное маневрирование как способ снижения стоимости электроэнергии.
15. Цели и задачи учёта электроэнергии.
16. Коммерческий и технический учёт, требования, предъявляемые к счётчикам коммерческого и технического учета.
17. Автоматизированные системы учёта электроэнергии.
18. Виды накопителей и основные характеристики: общая классификация; сравнительный анализ.
19. Управление реактивной мощностью в электрических сетях. Постановка задачи.
20. Технические средства компенсации реактивной мощности.
21. Оптимизация работы узла нагрузки с синхронными двигателями.
22. Оптимизация работы узла нагрузки с батареей статических конденсаторов.

## 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)
Монтаж и эксплуатация электрических сетей	Электро-снабжение	Нет	Протокол № 12 от 06.05.2022
Автоматизация электрических сетей			

Зав. кафедрой

А.О. Добродей