

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

  
О.Д. Асенчик

"28" 06 2017 г.

Регистрационный № УД-55-51/уч.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)"

2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 03-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям), регистрационные №№ I 43-1-19/уч. 17.04.2013, I 43-1-09/уч. 12.02.2014, I 43-1-09/уч. 11.02.2016, I 43-1-22/уч. 12.02.2014, I 43-1-32/уч. 17.02.2016, I 43-1-39/уч. 20.09.2013, I 43-1-33/уч. 17.02.2016.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

А.В. Сычев, доцент кафедры "Электроснабжение" учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

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

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 11 от 05.05.2017г.); *УДэ - 05-51/уч.*

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 29.11.2016г.);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 1.06.17г.); *УДэ - 091 - 184*

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 27.06.2017);

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ***Цели и задачи учебной дисциплины.***

Цель изучения учебной дисциплины - научить студентов способам и методам бесконфликтного режимного взаимодействия электрохозяйства промышленного предприятия и предприятия агропромышленного комплекса с поставщиком электрической энергии - государственной или акционированной энергосистемой. Конечной целью этих мероприятий является установление и поддержание технически допустимого и экономически выгодного баланса между производством электроэнергии и ее потреблением за счет управления электропотреблением предприятия.

### ***Задачами учебной дисциплины являются:***

- изучение принципов режимного взаимодействия промышленных потребителей электроэнергии с поставщиками электрической энергии;
- изучение способов и методов прямого и косвенного управления электропотреблением на промышленных предприятиях;
- изучение способов и методов оптимизации режимов потребления реактивной мощности в узлах электрической нагрузки и в системах промышленного электроснабжения;
- изучение возможностей тарифного стимулирования потребителей электроэнергии к регулированию электропотребления;
- изучение технических средств автоматизации учета электроэнергии, принципов построения современных автоматизированных систем учета и контроля электропотребления на промышленных предприятиях;
- приобретение практических навыков выполнения расчетов графиков электрической нагрузки потребителей-регуляторов и их распределения во времени в целях выравнивания совмещенной электрической нагрузки промышленных потребителей электроэнергии; определения экономической эффективности перехода на тарифы с дифференцированной стоимостью электроэнергии по зонам суток; расчетов оптимальных режимов компенсации реактивной мощности в узлах электрической нагрузки и в системе электроснабжения.

### ***Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами.***

Учебная дисциплина «Управление электропотреблением» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Теоретические основы электротехники», "Системы электроснабжения", «Потребители электроэнергии».

Учебная программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» ОСВО-1-43 01 03-2013.

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- техническую и экономическую сущность основного режимного противоречия между производителем и потребителем электрической энергии;
- существующие тарифные системы оплаты электроэнергии;
- методы и способы маневрирования электрической нагрузкой;
- основные способы и методы управления электропотреблением, их сущность и классификацию;
- основы построения систем автоматизированного контроля электропотребления и принципы работы технических средств автоматизации учета электроэнергии;
- методы оптимального управления реактивной мощностью в отдельных узлах нагрузки и в системе электроснабжения в целом, а также способы реализации такого управления.

**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.

Освоение учебной программы должно обеспечить формирование следующих групп компетенций:

**академические и социально-личностные:**

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

**профессиональные компетенции**

- ПК-1. Используя показатели технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим

стандартам, правилам и нормам.

- ПК-2. Принимать участие в развитии автоматизированной системы управления системой электроснабжения для повышения качества и надежности электроснабжения потребителей, в составе группы специалистов.
- ПК-3. Осуществлять выбор оптимальных режимов работы электротехнологических и осветительных установок, электродвигателей и трансформаторов для повышения технико-экономических показателей их работы.
- ПК-5. Выполнять технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения по компенсации реактивной мощности в электрических сетях разных классов номинальных напряжений производственных предприятий.
- ПК-11. Осуществлять контроль технических показателей электропотребления на предприятиях различных отраслей народного хозяйства.
- ПК-39. Знать основные положения по организации технической эксплуатации электроустановок энергосистемы и промышленных предприятий республики.
- ПК-41. Знать и применять основные положения правил электроснабжения.
- ПК-43. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности.

Основными методами обучения, отвечающими цели изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- репродуктивные методы, реализуемые на практических занятиях с выполнением практических заданий на основе образцов-примеров решения задач;
- частичнопоисковый (эвристический), с организацией активного поиска решения выдвинутых в обучении познавательных задач на лекционных занятиях;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на практических занятиях.

Теоретические занятия чередуются с практическими занятиями. Используются:

- учебный портал в сети Интернет с возможностью доступа к электронной версии учебно-методических и диагностических материалов учебного курса;
- мультимедийный проектор для демонстрации компьютерных презентаций, сопровождающих лекционные занятия;
- комплекс электронных тестов для проведения промежуточной и текущей аттестации студентов.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие

формы самостоятельной работы студентов:

- контролируемая самостоятельная работа в виде прохождения электронных тестов на учебном интернет-портале университета;
- управляемая самостоятельная работа в виде индивидуальных заданий к выполнению практических работ.

Общее количество часов, количество аудиторных часов, трудоемкость учебной дисциплины.

В соответствии с учебным планом специальности учебная программа дисциплины рассчитана на 112 часов всего. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 48, по заочной – 12, по заочной сокращенной форме обучения – 10 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	ДО	ЗО	ЗОс
Курс	5	5,6	4
Семестр	9	10,11	7,8
Лекции (часов)	32	8	6
Практические занятия (часов)	16	4	4
Всего аудиторных (часов)	48	12	10

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	9	11	8
---------	---	----	---

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Модуль 1. Активное управление и маневрирование электропотреблением**

#### ***Тема 1. Проблема управления электропотреблением***

Цели, задачи и методы управления электропотреблением. Необходимость управления электропотреблением. Понятие управления, управляющего воздействия, объекта и субъекта управления. Электропотребление как объект управления: особенности электроэнергетики как объекта управления; основной 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. Активное управление электропотреблением***

Методы активного управления электропотреблением, понятие встречного регулирования электрической нагрузки, расчет графиков электрической нагрузки потребителей-регуляторов по закону встречного регулирования.

#### ***Тема 3. Горизонтальное маневрирование электропотреблением***

Принцип горизонтального маневрирования, показатели равномерности электропотребления и их связь со смещением графиков электрической нагрузки во времени, взаимокорреляционные функции и их использование для оптимизации смещения во времени технологических циклов электрооборудования, определение оптимальных смещений графиков нагрузки.

#### ***Тема 4. Вертикальное маневрирование электропотреблением***

Способы реализации вертикального маневрирования, расходные (энергетические) характеристики электрооборудования, их определение и использование для вертикального маневрирования.

#### ***Тема 5. Взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии***

Договорные отношения, режимные отношения, нормативные документы, их регулирующие, Правила электроснабжения и их использование для регулирования электропотребления, графики ограничения и отключения электроэнергии, аварийная и технологическая бронь электроснабжения.

#### ***Тема 6. Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением***

Требования к тарифным системам, виды тарифов на электроэнергию и их сравнительный анализ. Выбор оптимальной для промышленного потребителя тарифной системы. Горизонтальное маневрирование как способ снижения стоимости электроэнергии.

## **Модуль 2. Применение промышленных программ для решения задач проектирования в энергетике**

### ***Тема 7. Управление реактивной мощностью и оптимизация работы систем электроснабжения***

Постановка задачи оптимального управления реактивной мощностью и методы ее решения, технические средства компенсации реактивной мощности.

### ***Тема 8. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными электродвигателями***

Постановка задачи оптимального управления реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными электродвигателями, оптимизация по критериям минимума потерь мощности и минимума денежных затрат.

### ***Тема 9. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с батареей статических конденсаторов***

Постановка задачи оптимального управления реактивной мощностью в узле нагрузки с батареей статических конденсаторов, оптимизация по критериям минимума потерь мощности и минимума денежных затрат.

### ***Тема 10. Управление реактивной мощностью в системе электроснабжения***

Постановка задачи оптимального управления реактивной мощностью в системе электроснабжения, модель электрической сети, матричное решение задачи оптимизации работы компенсирующих устройств в системе электроснабжения.

### ***Тема 11. Накопители электрической электроэнергии***

Общие понятия и основные технические накопителей, виды накопителей и основные технические характеристики. Потенциальные, электроэнергетические, воздушные, химические накопители, их устройство и принципы работы.

### ***Тема 12. Автоматизация учета электроэнергии***

Приборный учет электроэнергии и его недостатки, автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии, их классификация, алгоритм работы АСКУЭ, технические средства АСКУЭ.



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

Номер раздела, темы	Название раздела, Темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Активное управление и маневрирование электропотребление</b>								
1.	Проблема управления электропотреблением	2	2	-	-	-	-	Экзамен
2.	Активное управление электропотреблением	2	2	-	-	-	-	Экзамен
3.	Горизонтальное маневрирование электропотреблением	2	2	-	-	-	-	Экзамен
4.	Вертикальное маневрирование электропотреблением	2	-	-	-	-	-	Экзамен
5.	Взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии	2	-	-	-	-	-	Экзамен
6.	Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением	2	2	-	-	-	-	Экзамен
	Рубежный контроль по модулю 1	2	2	-	-	-	-	Тест
<b>Модуль 2. Управление реактивной мощностью, автоматизация учета электроэнергии, накопители электроэнергии</b>								
7.	Управление реактивной мощностью и оптимизация работы систем электроснабжения	2	-	-	-	-	-	Экзамен
8.	Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными электродвигателями	4	2	-	-	-	-	Экзамен
9.	Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с батареями статических конденсаторов	2	2	-	-	-	-	Экзамен
10.	Управление реактивной мощностью в системе электроснабжения	2	-	-	-	-	-	Экзамен
11.	Накопители электрической энергии	2	-	-	-	-	-	Экзамен
12.	Автоматизация учета электроэнергии	4	-	-	-	-	-	Экзамен
	Рубежный контроль по модулю 2	2	2	-	-	-	-	Тест
	<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>16</b>					

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная/заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, Темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Активное управление и маневрирование электропотребление</b>								
1.	Проблема управления электропотреблением	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	-	-	-	-	Экзамен
2.	Активное управление электропотреблением	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	-	-	-	-	Экзамен
3.	Горизонтальное маневрирование электропотреблением	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	-	-	-	-	Экзамен
4.	Вертикальное маневрирование электропотреблением	-	-	-	-	-	-	Экзамен
5.	Взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии	-	-	-	-	-	-	Экзамен
6.	Тарифы на электроэнергию и управление электропотреблением	-	-	-	-	-	-	Экзамен
<b>Модуль 2. Управление реактивной мощностью, автоматизация учета электроэнергии, накопители электроэнергии</b>								
7.	Управление реактивной мощностью и оптимизация работы систем электроснабжения	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	-	-	-	-	Экзамен
8.	Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными электродвигателями	-	-	-	-	-	-	Экзамен
9.	Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с батареями статических конденсаторов	-	-	-	-	-	-	Экзамен
10.	Управление реактивной мощностью в системе электроснабжения	-	-	-	-	-	-	Экзамен
11.	Накопители электрической электроэнергии	-	-	-	-	-	-	Экзамен
12.	Автоматизация учета электроэнергии	-	-	-	-	-	-	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>	$\frac{8}{4}$ ✓	$\frac{4}{4}$ ✓					

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Сычев А. В. Управление электропотреблением. Курс лекций. – Гомель: УО ГГТУ им. П.О. Сухого, 2006.

## Дополнительная литература

2. Прокопчик В.В. Повышение качества электроснабжения и эффективности работы электрооборудования предприятий с непрерывными технологическими процессами. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2002.
3. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения: Учебное пособие. – Мн.: НПООО «Пион», 2001 г.
4. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование. – Мн.: Выш. шк., 2001.
5. Гуртовцев А.Л. Комплексная автоматизация энергоучета на котельных, промышленных предприятиях и их хозяйственных объектах. //Энергоэффективность, 1998, № 5-8.
6. Шидловский А.К. и др. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
7. Гордеев В.И., Васильев И.Е., Щуцкий В.И. Управление электропотреблением и его прогнозирование. Ростов-на-Дону. Издательство Ростовского университета, 1991.
8. Михайлов В.В., Поляков М.А. Потребление электрической энергии – надежность и режимы. М. Высшая школа, 1989.
9. Сбродов Г.П. Методы, алгоритмы и средства управления электропотреблением. Учебное пособие по курсу "Управление электропотреблением" для студентов специальности 10.04 "Электроснабжение". Часть I. Методы и алгоритмы. – Минск: Ротапринт БПИ. 1988.

## Электронные учебно-методические комплексы

1. Сычев, А. В. Управление электропотреблением: электронный учебно-методический комплекс по одному. дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение» днев. и заоч. форм обучения / А.В. Сычев. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1455>

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Сычев А.В. Управление электропотреблением. Практическое руководство к практическим занятиям по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 03. Часть 2. – Гомель: УО ГГТУ им. П.О. Сухого, 2005.
2. Презентации к лекционным занятиям в PowerPoint.

*Список литературы сверен А.В. Сычевым 4.13.*

## СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для оценки учебных достижений студента рекомендуется использовать электронный учебный курс «Управление электропотреблением», размещенный на учебном портале университета [www.edu.gstu.by](http://www.edu.gstu.by) на базе LMS Moodle, и содержащий следующие средства диагностики:

- интерактивные лекции с контролем самостоятельного изучения в виде промежуточных тестов по отдельным вопросам лекции;
- общий тест по теме лекционного занятия;
- индивидуальные задания для выполнения практических работ;
- тесты для защиты выполнения практических работ;
- две контрольные работы в форме тестов по двум разделам курса;
- тест для экзамена.

Учет учебной деятельности студента и его достижений ведется в виде модульно-рейтинговой системы изучения курса с выставлением рейтинговых баллов, учитываемых средствами электронного учебного курса.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Активное управление электропотреблением
2. Горизонтальное маневрирование электропотреблением
3. Тарифы на электроэнергию и регулирование электропотребления
4. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с синхронными электродвигателями
5. Управление реактивной мощностью в узле нагрузки с батареями статических конденсаторов
6. Управление реактивной мощностью в системе электроснабжения
7. Автоматизация учета электроэнергии

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Необходимость управления электропотреблением: основное режимное противоречие между производством и потреблением электроэнергии; особенности электроэнергетики как объекта управления.
2. Электропотребление как объект управления. Понятие управления, управляющего воздействия, объекта и субъекта управления.
3. Классификация методов управления электропотреблением: прямые и косвенные методы, выравнивание и уплотнение графиков нагрузки; общеорганизационные мероприятия, мероприятия энергосистемы и потребителей.
4. Накопители электроэнергии: назначение, принцип действия и характеристики.
5. Виды накопителей электроэнергии и их характеристики.
6. Потенциальные накопители энергии и их классификация.

7. Инерционные накопители: принцип действия, конструкция, область применения.
8. Воздушные накопители: принцип действия, конструктивные особенности и схемное выполнение.
9. Электроэнергетические накопители: принцип действия, конструкция, достоинства и недостатки.
10. Документы, регулирующие взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии.
11. Режимные взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии, лимиты мощности и энергии, технологическая и аварийная бронь электроснабжения.
12. Графики ограничения потребления и отключения электроэнергии, требования к их составлению и порядок введения.
13. Экономические взаимоотношения производителей и потребителей электроэнергии, виды тарифов на электроэнергию и их сравнительный анализ.
14. Расчет стоимости электроэнергии по двухставочно-дифференцированному тарифу.
15. Встречное регулирование электропотребления: основные понятия и принципы.
16. Определение формы графика нагрузки потребителя-регулятора по принципу встречного регулирования
17. Маневрирования электропотреблением: цели и способы.
18. Горизонтальное маневрирование электропотреблением при дифференцированной по времени суток стоимости электроэнергии.
19. Взаимокорреляционные функции графиков нагрузки: расчет, математический смысл и использование для выравнивания совмещенного графика нагрузки при горизонтальном маневрировании.
20. Определение оптимальных смещений индивидуальных графиков для выравнивания совмещенной нагрузки.
21. Расходные характеристики технологического оборудования, виды типовых характеристик и их использование для выявления резервов экономии электроэнергии.
22. Выбор оптимальной тарифной системы.
23. Горизонтальное маневрирование как способ снижения стоимости электроэнергии.
24. Математическая модель электропотребления для анализа стоимости электроэнергии при горизонтальном маневрировании.
25. Цели и задачи учета электроэнергии, приборный учет и его недостатки.
26. Автоматизированные системы учета электроэнергии: структурная схема и классификация
27. Коммерческий и технический учет электроэнергии: назначение и особенности.
28. Технические средства автоматизации контроля электропотребления: современные комплексы технических средств, основные параметры учета, сравнительный анализ возможностей.

29. Алгоритм работы АСКУЭ., понятие «группа учета» и «канал учета», расчет масштабных коэффициентов каналов учета.
30. Постановка задачи оптимального управления источниками реактивной мощности. Метод неопределенных множителей Лагранжа для поиска минимума функции.
31. Источники реактивной мощности, их обобщенная схема замещения и ее параметры.
32. Оптимизация потребления реактивной мощности в узле нагрузки с синхронными двигателями по критерию минимума потерь мощности.
33. Оптимизация потребления реактивной мощности в узле нагрузки с синхронными двигателями по критерию минимума затрат на электроэнергию.
34. Оптимизация работы узла нагрузки с БСК.
35. Оптимальный режим работы НБК по критерию минимума потерь в узле нагрузки.
36. Оптимизация режимов реактивной мощности в многоуровневой системе электроснабжения.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электроснабжение промышленных предприятий	ЭС	нет	Протокол № 11 от 05.05.2017 