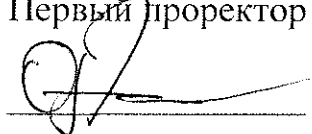


Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого



О.Д. Асенчик

30. 06. 2016

Регистрационный № УД-55-34/уч.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

2016

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций», рег. № ОСВО 1-43 01 07-2013;

– учебных планов первой ступени высшего образования учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» №1 43-1-24/уч от 12.02.2014; №1 43-1-14/уч от 17.09.2013.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.В. Бахмутская, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

В.Н. Галушко, доцент кафедры «Электротехника» УО «Белорусский государственный университет транспорта», к.т.н., доцент.

К.М. Медведев, заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники», к.т.н., доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой «Электроснабжение»  
(протокол № 12 от 17.05.2016); УДЭ-05-31/уч.

научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 9 от 30.05.2016);

научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» *УДЭ - 082 - 184*

(протокол № 5 от 2.06.2016);

научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 28.06.2016)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Использование электроэнергии в процессе промышленного производства возможно только при организации экономичной, надежной и безопасной работы системы электроснабжения. Поэтому изучение данной дисциплины является важным звеном подготовки инженеров – энергетиков по специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Цель изучения дисциплины является приобретение высокого уровня профессиональной подготовки специалистов в области организации надежного и безопасного снабжения электроэнергией электрооборудования промышленных предприятий.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных требований потребителей к системе электроснабжения;
- изучение схем и конструктивного исполнения систем электроснабжения;
- изучение основных вопросов проектирования и эксплуатации систем электроснабжения;
- изучение методов расчета электрических нагрузок;
- изучение и выбор высоковольтного и низковольтного оборудования;
- определение количества и мощности трансформаторных подстанций;
- определение мощности компенсирующих устройств.

Учебная дисциплина «Электроснабжение промышленных предприятий» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Потребители электроэнергии», «Электрическое освещение».

В результате изучения дисциплины студент должен;

знать:

- системы электроснабжения промышленных предприятий (СЭПП); требования к ним, принципы построения, конструктивное исполнение СЭПП;
- устройство подстанций промышленных предприятий, особенности цеховых трансформаторных подстанций (ТП);
- методы определения расчетных нагрузок;
- расчет электрических сетей напряжением выше 1 кВ;
- методику расчета мощности компенсирующих устройств;
- систему измерения, учета и контроля потребления и использования электроэнергии;
- пути повышения эффективности электроснабжения;

уметь:

- определять расчетную нагрузку на всех ступенях систем электроснабжения;
- определять потери мощности и энергии в элементах СЭПП;
- рассчитывать расход электроэнергии;
- разрабатывать схемы внешнего, внутризаводского и цехового электроснабжения;
- определять систематическую нагрузку и послеаварийную перегрузку трансформаторов общего назначения;
- выбирать элементы систем цехового электроснабжения – распределительные

- устройства напряжением до 1 кВ, шинопроводы, провода, кабели;
- рассчитать защиту электрических сетей и электроприемников;
- рассчитать мощность компенсирующих устройств;
- выбирать сечение кабелей, воздушные линии электропередачи (ВЛЭ) на напряжение выше 1 кВ;

владеть:

- методами расчета компенсирующих устройств;
- основными принципами повышения эффективности электроснабжения;
- знаниями, позволяющими качественно и эффективно вести проектирование и эксплуатацию СЭП.

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;
- создавать условия для соответствия действующим стандартам, правилам и нормам, используя показания технического процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии;
- на основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины не оптимальности (не рациональности) технологического производства, преобразования и потребления электрической энергии и разработать пути их устранения;
- в составе группы специалистов осуществлять выбор оптимальных режимов эксплуатации энергетических систем для повышения технико-экономических показателей режимов их работы;
- в составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать технологическую документацию электроустановок и СЭП;
- составлять электрические балансы технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению их энергетической эффективности;
- осуществлять современными инструментальными системами диагностирование и мониторинг состояния электрического оборудования;
- обеспечивать необходимые технологии проведения ремонтов и проверять состояние энергетического и энерготехнологического оборудования после ремонта, вести необходимую технологическую документацию по ремонту;
- выявлять причины повреждений элементов электрического оборудования, вести их учет, разрабатывать предложения по из предупреждению;
- на основе технической документации проводить монтажные работы электрооборудования;
- анализировать перспективы развития электрических систем предприятий;

- разрабатывать технические задания на проектируемый объект электрической системы с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- проводить опытно-технологические исследования для создания и внедрения нового электрооборудования и технологий, их опытно-промышленную проверку и испытания.
- знать и применять основные правила пользования электрической энергией;
- понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности.

Формы получения высшего образования: дневная, заочная сокращённая.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневная форма
Курс: 4
Семестр: 7,8 Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 336 часов. Количество аудиторных часов: для дневной формы 128 часов
Лекции: 64 часа
Лабораторные занятия: 32 часа
Практические занятия: 32 часа
Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах равна 8
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине: тест и экзамен в 7,8 семестре
Курсовое проектирование: 48 часов – 8 семестр
Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах равна 1,5

Заочная сокращённая форма

Курс: 3,4

Семестр: 6,7,8

Лекции: 14 часов

Лабораторные занятия: 4 часа

Практические занятия: 6 часа

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

тест и зачёт в 7 семестре и экзамен в 8 семестре

Курсовое проектирование: 48 часов – 8 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Модуль 1 Распределение электроэнергии на напряжении до 1 кВ

Тема 1. Схемы силовых и осветительных цеховых сетей.

Тема 2. Защита электрических сетей.

Назначение коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ. Выбор электрических аппаратов: предохранителей, автоматов, магнитных пускателей, контакторов.

Тема 3. Расчет сетей до 1 кВ.

Модуль 2 Распределение электроэнергии на напряжении выше 1 кВ

Тема 4. Схемы электроснабжения промышленных предприятий

Принципы построения схем распределения электроэнергии на напряжении выше 1 кВ. Глубокие вводы

Тема 5. Схемы электрических сетей внешнего и внутривзаводского электроснабжения.

Источники питания электроэнергией. Главные понизительные подстанции и распределительные пункты. Схемы электрических соединений высоковольтных подстанций

Тема 6. Цеховые трансформаторные подстанции

Конструктивное исполнение и компоновка распределительных пунктов и трансформаторных подстанций.

Тема 7. Выбор внешнего напряжения для питания промпредприятий

Выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения.. Выбор места расположения распределительных пунктов и трансформаторных подстанций.

Тема 8. Канализация электрической энергии, в сетях выше 1000В

Выбор сечения жил кабелей и токопроводов напряжением 6-10 кВ и способ прокладки

Тема 9. Картограмма электрических нагрузок

Построение картограммы нагрузок и определение условного центра электрических нагрузок

Модуль 3 Компенсация реактивной мощности

Тема 10. Реактивная мощность и ее компенсация

Потребители реактивной мощности. Снижение потерь мощности и напряжения в системе электроснабжения при компенсации реактивной мощности. Источники реактивной мощности: синхронные генераторы, двигатели и компенсаторы, статические источники реактивной мощности.

Тема 11. Расчет мощности компенсирующих устройств

Расчет мощности батарей конденсаторов и схемы их присоединения. Оценка целесообразности использования высоковольтных синхронных электродвигателей для компенсации реактивной мощности. Расчет экономического значения реактивной мощности, потребляемой предприятием из сети энергосистемы.

Тема 12. Анализ баланса реактивной мощности на границе раздела сети потребителя и энергосистемы. Размещение конденсаторных установок и управление ими

Модуль 4 Основные пути улучшения использования ЭЭ на промышленных предприятиях.

Тема 13. Нормирование расхода электрической энергии промышленных потребителей

Формирование системы нормирования электрической энергии в Республике Беларусь. Существующие методы нормирования электрической энергии: аналитический, опытный, расчетно-статистический, отчетно-статистический.

Тема 14. Основные пути улучшения использования электроэнергии на промышленных предприятиях.

Расчет экономической эффективности от внедрения мероприятий по экономии электрической энергии на промышленных предприятиях

Модуль 5 Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость

Тема 14. Технические, экономические и организационные основы электромагнитной совместимости

Тема 14. Несуоидальность и колебания напряжения в электрических сетях, как факторы влияния на электромагнитную несовместимость

Тема 14. Конструкторские основы и технические мероприятия обеспечения электромагнитной совместимости

Тема 14. Биоэлектромагнитная совместимость

## Характеристика курсового проекта

Целью проектирования системы электроснабжения промышленного предприятия является разработка проекта технической системы, обеспечивающей электроэнергией электроприемники и удовлетворяющей требованиям надежности, экономичности и безопасности технического обслуживания и ее ремонта.

К основным задачам проектирования электроснабжения относятся следующие:

- выбор рациональных схем и конструктивного исполнения электрических сетей;
- определение электрических нагрузок; расчет потерь мощности и электроэнергии;
- компенсация реактивной мощности;
- поддержание требуемого качества напряжения;
- выбор числа и мощности трансформаторов;
- выбор защитных аппаратов и сечений проводников;
- учет потребляемой мощности и электроэнергии;
- рациональное использование электроэнергии.

Основными исходными данными для выполнения курсового проекта являются генплан промышленного предприятия с расположением планов цехов, производственных зданий, их названия, установленные мощности и данные близлежащей трансформаторной подстанции энергосистемы, от которой предполагается электроснабжение этого предприятия.

Вся эта информация приведена в м/уз № 563

Время для выполнения проекта – 48 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах равна 1,5



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1-43 01 07 (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.	Схемы силовых и осветительных цеховых сетей.	4			4			Тест, экзамен
2.	Защита электрических сетей.	4	4		4			Тест, экзамен
3.	Расчет сетей до 1 кВ.	4	4		6			Тест, экзамен
4.	Схемы электроснабжения промышленных предприятий	2						Тест, экзамен
5.	Схемы электрических сетей внешнего и внутривозводского электроснабжения.	4			2			Тест, экзамен
6.	Цеховые трансформаторные подстанции	4	4		4			Тест, экзамен
7.	Выбор внешнего напряжения для питания промпредприятий	4	2		4			Тест, экзамен
8.	Канализация электрической энергии, в сетях выше 1000В	6	4					Тест, экзамен
9.	Картограмма электрических нагрузок	2	2		2			Тест, экзамен
10.	Реактивная мощность и ее компенсация	2						Тест, экзамен
11.	Расчет мощности компенсирующих устройств	4	4					Тест, экзамен
12.	Анализ баланса реактивной мощности	4	2					Тест, экзамен
13.	Нормирование расхода электрической энергии промышленных потребителей	2	2					Тест, экзамен
14.	Основные пути улучше-	6	2		4			Тест, экза-

	ния использования электроэнергии на промышленных предприятиях							мен
15	Технические, экономические и организационные основы электромагнитной совместимости	2	2		2			Тест, экзамен
16	Несуоидальность и колебания напряжения в электрических сетях, как факторы влияния на электромагнитную несовместимость	2						Тест, экзамен
17	Конструкторские основы и технические мероприятия обеспечения электромагнитной совместимости	4						Тест, экзамен
18	Биоэлектромагнитная совместимость	4						Тест, экзамен
Итого		64 ✓	32 ✓		32 ✓			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1-43 01 07 (заочная сокращенная 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.	Схемы силовых и осветительных цеховых сетей.	1						Тест, зачет
2.	Защита электрических сетей.	1			2			Тест, зачет
3.	Расчет сетей до 1 кВ.	1	2					Тест, зачет
4.	Схемы электроснабжения промышленных предприятий	1						Тест, зачет
5.	Схемы электрических сетей внешнего и внутриводского электроснабжения.	1			2			Тест, зачет
6.	Цеховые трансформаторные подстанции	1						Тест, зачет
7.	Выбор внешнего напряжения для питания промпредприятий	1	1					Тест, зачет
8.	Канализация электрической энергии, в сетях выше 1000В	1	1					Тест, экзамен
9.	Картограмма электрических нагрузок	1	1					Тест, экзамен
10.	Реактивная мощность и ее компенсация	1						Тест, экзамен
11.	Расчет мощности компенсирующих устройств	1	1					Тест, экзамен
12.	Анализ баланса реактивной мощности	1						Тест, экзамен
14.	Основные пути улучшения использования электроэнергии на промышленных предприятиях	1						Тест, экзамен
Итого		14 ✓	6 ✓		4 ✓			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Ус А. Г., Евминов Л.И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий. – Мн.: "Пион", 2002.. – 455 с.
2. Б.И. Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов/ Б.И.Кудрин.-Москва:Интермет Инжиниринг,2007. – 670,[1]С.
3. Б.И. Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий/ Б.И.Кудрин.-Москва:Энергоиздат,1995. – 414с.
4. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебное пособие для средних специальных учебных заведений/В.Н. Радкевич.– Минск:Пион,2001.–292с.

## Дополнительная литература

1. 1 Правила устройства электроустановок. – М: Главгосэнергонадзор. Россия, 1998. – 549 с.
2. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
4. Елкин В.Д. Электрические аппараты: Учебное пособие. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003.
5. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. – Мн.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993.
6. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий/Т.В.Анчарова [и др.]; под общей ред. С.И. Гамазина, Б.И.Кудрина, С.А. Цырука.–Москва:МЭИ,2010.-745с.
7. Электроснабжение промышленных предприятий:практикум/А.Г.Ус [и др.].- Гомель:ГГТУ им.П.О.Сухого,2015.-410с

## Учебно-методическая литература

1. М/ук. № 3499. Ус А.Г., Бахмутская В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. Планы цехов. Практикум к курсовому проекту для студентов специальностей 1-43 01 03 "Электроснабжение" и 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация энергооборудования организаций". – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого. 2007.
2. М/ук. № 3869. Колесник Ю.Н., Рудченко Ю.А. Электроснабжение промышленных предприятий. Лабораторный практикум для студентов специальностей 1-43 01 03 "Электроснабжение", 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация

- энергооборудования организаций" дневной формы обучения. – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого. 2009.
3. М/ук. № 3985. Ус А.Г., Бахмутская В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов дневного и заочного отделения специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение" и дневного отделения специальности 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация энергооборудования организаций". – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого. 2010.
  4. Рудченко Ю.А., Бахмутская В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. Пособие к курсовому проектированию по разделу «Расчет токов КЗ в сетях до 1 кВ» для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций». – Гомель: электронная библиотека УО ГГТУ им. П.О. Сухого. 2011.
  5. Ус А.Г., Колесник Ю.Н., Бахмутская В.В., Елкин В.Д. Электроснабжение промышленных предприятий. Практикум для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение». – Гомель: электронная библиотека УО ГГТУ им. П.О. Сухого. 2011.
  6. М/уэ № 423 Электроснабжение промышленных предприятий [электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной формы обучения: в 2ч Ч1 /А.Г.Ус., В.В. Бахмутская.– Гомель: ГГТУ. режим доступа: elib.gsty.by
  7. М/уэ № 483 Электроснабжение промышленных предприятий [электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной формы обучения: в 2ч Ч2 /А.Г.Ус., В.В. Бахмутская.– Гомель: ГГТУ. режим доступа: elib.gsty.by
  8. М/уэ № 563 Электроснабжение промышленных предприятий [электронный ресурс]: методическое пособие к курсовому проектированию для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной формы обучения: /А.Г.Ус., [и др.];–Электронные данные.–Гомель: ГГТУ. режим доступа: elib.gsty.by

#### Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Электронный курс на учебном портале *edu.gstu.by*.
2. Компьютерная программа по расчету электрических нагрузок.
3. Комплекс электронных тестов.

*Список литературы сверен АИ (Т.И. Сидорова Ч.В.)*

## Перечень лабораторных занятий

1. Определение основных физических величин и безразмерных показателей графиков нагрузки
2. Определение параметров схемы замещения трехобмоточного трансформатора
3. Определение групп соединения трехфазных трансформаторов
4. Защита цеховых электрических сетей предохранителями и автоматическими выключателями
5. Изучение конструкций основных элементов цеховых электрических сетей (шинопроводов, силовых распределительных шкафов, ящиков и щитов, проводов и кабелей)
6. Оперативные переключения в системе электроснабжения промышленного предприятия
7. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной активной мощности
8. Составление картограмм электрических нагрузок завода
9. Исследование влияния отклонения напряжения на работу асинхронного электродвигателя.
10. Автоматизация учета электроэнергии на промышленном предприятии
11. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения

## Перечень практических занятий

- Расчет электрических сетей напряжением до 1кВ
- Выбор сечений жил кабелей напряжением 6-10 кВ
- Составление картограмм электрических нагрузок завода
- Расчет токов короткого замыкания в электроустановках напряжением выше 1 кВ
- Выбор внешнего напряжения для питания промпредприятий
- Распределение мощности компенсирующих устройств в сетях напряжением до 1кВ
- Определение расхода электроэнергии электроприемниками
- Расчет экономической эффективности от внедрения мероприятий по экономии электрической энергии
- Изучение и анализ нормативно-технической документации в области электромагнитной совместимости

## 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)
Потребители электроэнергии	Электроснабжение	Согласовано	протокол № 12 от 17.05.2016
Электрическое освещение	Электроснабжение	Согласовано	протокол № 12 от 17.05.2016