

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 № 50-55-29/уч.

**ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ  
СОВМЕСТИМОСТЬ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети»

2016

Учебная программа составлена на основе:

- образовательного стандарта специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» 1 степени рег. № ОСВО 1-43 01 02-2013;
- учебных планов первой ступени высшего образования учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» №1 43-1-08/уч от 12.02.2014, 1 43-1-21/уч.17.19.2013.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

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

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

О.В. Лымарь, заместитель заведующего отделом ТСКДН РУП «ПО Белоруснефть» БелНИПИнефть, к.т.н.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой «Электроснабжение»  
(протокол № 12 от 17.05.2016); УДЭ-05-30/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 учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 5 от 28.06.2016).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основная цель изучения дисциплины состоит:

- в формировании теоретических знаний по электрооборудованию промышленных потребителей различных отраслей народного хозяйства, режимам их работы с увязкой по основным технологическим процессам,;
- в умении анализировать режимы работы основного технологического оборудования и выявлять резервы экономии электрической энергии;
- в определении расчетных электрических нагрузок промышленными и другими потребителями народного хозяйства.

Задачами дисциплины являются:

- изучение характеристик электроприемников и потребителей электроэнергии;
- изучение графиков электрических нагрузок, их физических величин и безразмерных показателей;
- освоение методов определения расчетных электрических нагрузок, в том числе расчета потерь мощности и энергии в элементах систем электроснабжения и расхода электроэнергии.

Учебная дисциплина «Потребители электроэнергии и электромагнитная совместимость» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Электроэнергетические системы», «Релейная защита и автоматика в электроэнергетических системах».

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- общие характеристики приемников и потребителей электроэнергии, расчеты осветительной сети;
- основные типы электроприемников, применяемых в народном хозяйстве;
- принципы построения схем электроснабжения на напряжении до 1 кВ;
- выбор защитных аппаратов и ответвлений к электроприемникам;
- расчет компенсации реактивной мощности;
- методы определения расчетных нагрузок потребителей электроэнергии;
- взаимосвязи потребителей электроэнергии и энергосистемы;
- количественные и качественные показатели электроэнергии;

должен уметь:

- выбирать рациональные схемы электроснабжения потребителей на напряжении до 1 кВ;
- производить расчеты электрических нагрузок промышленных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных потребителей электроэнергии;
- выбирать коммутационные и защитные аппараты в электроустановках напряжением до 1 кВ;
- выбирать провода и кабели в электрических сетях напряжением до 1 кВ;
- выбирать компенсирующие устройства реактивной мощности;
- произвести расчет заземляющих устройств;

должен владеть:

- методами расчета электрических нагрузок электроприемника;
- методами расчета осветительной сети;
- методами выбора проводников в сетях выше 1 кВ.

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;
- владеть исследовательскими навыками;
- 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;
- уметь работать в команде;
- используя показатели технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам;
- ставить задачу и обоснованно выбирать метод оптимизации электрической сети по реактивной мощности и режиму напряжения;
- осуществлять контроль технических показателей электропотребления на предприятиях различных отраслей народного хозяйства;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ электротехнических устройств, аппаратов и аппаратуры в системах электроснабжения;
- организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей образовательного процесса;
- 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.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности, составляет 126 часов для специальности 1-43 01 02.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах равна 3,5.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневная форма (специальности 1-43 01 02)  
 Курс: 4  
 Семестр: 7  
 Лекции: 48 часов  
 Лабораторные занятия: 16 часов  
 Всего аудиторных: 64 часа  
 Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:  
 зачёт в 7 семестре

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Модуль 1. Основы теории моделирования и экспериментальных исследований для задач энергетики

Тема 1. Предмет и задачи курса.

Основные характеристики приемников и потребителей электроэнергии. Классификация приемников электрической энергии и их общие характеристики. Номинальные (установленные) мощности и напряжения электроприемников. Род тока, частота тока. Категории электроприемников по надежности электроснабжения. Режимы работы электроустановок (продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный). Показатели, характеризующие режимы работы отдельных электроприемников

Тема 2. Графики электрических нагрузок, их характеристики.

Классификация графиков электрических нагрузок. Типовые графики электрических нагрузок предприятий различных отраслей промышленности. Основные показатели графиков электрических нагрузок.

Тема 3. Электрические нагрузки потребителей электроэнергии

Исторические аспекты проблемы определения электрических нагрузок промышленных потребителей. Основные понятия и определения: установленная мощность, средние нагрузки, расчетные электрические нагрузки. Вероятностный характер электрических нагрузок.

Тема 4 Методы определения расчетных электрических нагрузок

Основные методы расчета электрических нагрузок : метод упорядоченных диаграмм, статистический метод.

Тема 5 Методы определения расчетных электрических нагрузок

Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок: коэффициенту спроса и установленной мощности, удельному расходу электроэнергии на единицу продукции, по удельной нагрузке на единицу производственной площади.



Пиковые нагрузки. Определение электрических нагрузок городских потребителей.

Тема 6. Определение расхода электроэнергии, потерь мощности и энергии в элементах системы электроснабжения

Существующие методы расчета электрической энергии по уровням системы электроснабжения промышленных потребителей. Разработка электрических балансов для оценки структуры потребления электрической энергии.

Тема 7. Определение потерь электрической энергии в элементах системы электроснабжения: реакторах, трансформаторах, кабельных и воздушных линиях электропередач. Способы снижения потерь электрической энергии в системе электроснабжения промышленных потребителей.

Тема 8. Выбор электрических аппаратов и проводников для питания электроприемников

Назначение коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ. Выбор электрических аппаратов: предохранителей, автоматов, магнитных пускателей, контакторов. Схемы силовых и осветительных цеховых сетей. Расчет сетей до 1 кВ.

#### Модуль 2 Электрические осветительные установки

Тема 9. Светотехнический расчет осветительных сетей

Виды и системы электрического освещения. Особенности освещения производственных и складских помещений, помещений жилых, общественных и вспомогательных зданий. Электрические лампы и их сравнительные характеристики. Области применения электрических ламп различных типов. Классификация и характеристики световых приборов и комплектов.

Тема 10. Электрический расчет осветительных сетей

Расчет электрического освещения по нагреву длительно допустимым током и по потере напряжения.

#### Модуль 3 Распределение электроэнергии на напряжении выше 1 кВ

Тема 11. Принципы построения схем распределения электроэнергии на напряжении выше 1 кВ.

Источники питания электроэнергией. Главные понизительные подстанции и распределительные пункты. Схемы электрических соединений высоковольтных подстанций. Схемы электрических сетей внешнего и внутривзводского электроснабжения. Глубокие вводы.

Тема 12. Выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения. Построение картограммы нагрузок и определение условного центра электрических нагрузок. Выбор места расположения распределительных

пунктов и трансформаторных подстанций. Конструктивное исполнение и компоновка распределительных пунктов и трансформаторных подстанций.

Тема 13 Выбор сечения жил кабелей и токопроводов напряжением 6-10 кВ и способа прокладки.

#### Модуль 4 Компенсация реактивной мощности

Тема 14 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. Расчет мощности батарей конденсаторов и схемы их присоединения. Оценка целесообразности использования высоковольтных синхронных электродвигателей для компенсации реактивной мощности.

Тема 15 Расчет экономического значения реактивной мощности, потребляемой предприятием из сети энергосистемы.

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

Тема 16 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.

#### Модуль 5 Электромагнитная совместимость

Тема 17 Технические, экономические и организационные основы электромагнитной совместимости

Основные понятия, термины, определения в областях электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости. Основные источники электромагнитных помех в электрических сетях и потребителях. Грозовые разряды, радиопередающие устройства, как источники электромагнитных помех. Источники гармоник в электрических системах. Классификация детерминированно-случайных электромагнитных полей и непреднамеренных электромагнитных помех. Законы электромагнетизма и их следствия. Экономические и организационные аспекты электромагнитной совместимости.

Тема 18 Естественные и искусственные электромагнитные поля.

Электромагнитные поля промышленной частоты объектов электроэнергетики. Механизм влияния электромагнитных полей на человека. Электростатические помехи и их воздействия. Физические положения возникновения электростатических зарядов. Нормативно-техническая документация и рекомендации в области электромагнитной совместимости.

Тема 19 Несинусоидальность и колебания напряжения в электрических сетях, как факторы влияния на электромагнитную несовместимость

Источники возникновения несинусоидальности тока и напряжения в электрических сетях. Недостатки несинусоидальных и несимметричных режимов работы электрических сетей. Влияние высших гармоник на элементы системы электроснабжения. Резонансы с конденсаторами.

Тема 20 Влияние гармоник

Влияние гармоник на синхронные машины и асинхронные двигатели, на линии электропередач, на устройства защиты в энергосистемах, на оборудование потребителей, на измерения мощности и энергии, на коэффициент активной мощности, на линии связи. Колебания напряжения и их влияние на потребителей.

Тема 21 Конструкторские основы и технические мероприятия обеспечения электромагнитной совместимости

Экранирование при создании электронной аппаратуры. Защита от воздействия электромагнитного поля в электроустановках сверхвысокого напряжения. Особенности проведения работ в зонах влияния электромагнитного поля в электроустановках и при ремонтах воздушных линий. Помехоподавляющие фильтры ограничения уровня гармоник. Системы электропитания технологических установок и устройств автоматизации. Прокладка кабелей. Заземляющие устройства. Ограничение грозовых и коммутационных перенапряжений.

Тема 22 Организационные мероприятия.

Особенности техники измерений в области электромагнитной совместимости. Контроль электромагнитной совместимости в сетях.

Тема 23 Биоэлектромагнитная совместимость

Электромагнитная обстановка. Анализ воздействия сильных электромагнитных полей на человека и другие биообъекты.

Тема 24 Биоэлектромагнитная совместимость

Анализ влияния слабых электромагнитных полей на человека и биообъекты.



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
для специальности 1-43 01 02  
(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.	Предмет и задачи курса.	2						Тест, зачёт
2.	Графики электрических нагрузок, их характеристики	2			2			Тест, зачёт
3.	Электрические нагрузки потребителей электроэнергии	2			2			Тест, зачёт
4.	Основные методы определения расчетных электрических нагрузок	2			2			Тест, зачёт
5.	Вспомогательные методы определения расчетных электрических нагрузок	2						Тест, зачёт
6.	Определение расхода электроэнергии, потерь мощности и энергии в элементах системы электроснабжения	2						Тест, зачёт
7.	Определение потерь электрической энергии в элементах системы электроснабжения:	2						Тест, зачёт
8.	Выбор электрических аппаратов и проводников для питания электроприемников	2			2			Тест, зачёт
9.	Светотехнический расчет осветительных сетей	2						Тест, зачёт

10.	Электрический расчет осветительных сетей	2					Тест, зачёт
11.	Принципы построения схем распределения электроэнергии на напряжении выше 1 кВ.	2		2			Тест, зачёт
12.	Выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения	2		2			Тест, зачёт
13.	Выбор сечения жил кабелей и токопроводов напряжением 6-10 кВ и способа прокладки.	2					Тест, зачёт
14.	Потребители реактивной мощности	2		2			Тест, зачёт
15.	Расчет экономического значения реактивной мощности, потребляемой предприятием из сети энергосистемы	2					Тест, зачёт
16.	Пормирование расхода электрической энергии промышленных потребителей	2					Тест, зачёт
17.	Технические, экономические и организационные основы электромагнитной совместимости	2					Тест, зачёт
18.	Естественные и искусственные электромагнитные поля	2					Тест, зачёт
19.	Несинусоидальность и колебания напряжения в электрических сетях, как факторы влияния на электромагнитную несовместимость	2					Тест, зачёт
20.	Влияние гармоник	2					Тест, зачёт
21.	Конструкторские основы и технические мероприятия обеспечения электромагнитной со-	2					Тест, зачёт

	вместимости						
22.	Организационные мероприятия	2			2		Тест, зачёт
23.	Биоэлектромагнитная совместимость. Анализ воздействия сильных электромагнитных полей на человека	2					Тест, зачёт
24.	Биоэлектромагнитная совместимость. Анализ воздействия слабых электромагнитных полей на человека	2					Тест, зачёт
	Итого	48			16		

Библиотека ГГТУ им. Л.О. Стрелова

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Ус А. Г., Евминов Л.И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий. – Мн.: "Пион", 2002.. – 800 с.
2. В.Б. Козловская. Электрическое освещение.– Минск: "Техноперспектива", 2011. – 542 с,[1]С.
3. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий – М.: 1986- 400с.

## Дополнительная литература

1. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок, – М.: Высшая школа, 1990 – 366с.
2. Будзко И.А., Зуль Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства – М.: Высшая школа, 1980-580с.
3. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий – М.: Энергия, 1973-584с.
4. Э.Хабигер. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике / Под ред. Б.К.Максимова – М.: Энергоатомиздат, 1995.
5. Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения: учебное пособие для средних специальных учебных заведений/В.Н. Радкевич.– Минск:Пион,2001.–292с.

## Учебно-методическая литература

1. М/ук. № 3324. Колесник Ю.Н., Токочакова П.В. Практикум для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. 2006.
2. М/ук. № 2539. Ус А.Г., Алферова Т.В. Расчет электрических нагрузок промышленных предприятий. Практическое пособие для студентов специальности Т.01.01. Электроэнергетика. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. 2001.
3. М/ук. № 3681. Колесник Ю.Н. Курс лекций по дисциплине «Потребители электроэнергии для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение дневной и заочной форм обучения. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого. 2009.
4. М/уз № 73 Потребители электроэнергии и электромагнитная совместимость [электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 02 "электроэнергетические системы и сети" дневной формы обучения: в 2ч /О.Г.Широков, Д.М.Лось.– Электронные данные.-Гомель:ГГТУ,2009.-123с. режим доступа: [clib.gstu.by](http://clib.gstu.by)
6. М/уз № 283 Потребители электроэнергии и электромагнитная совместимость [электронный ресурс]: курс лекций по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 02 "электроэнергетические системы и сети" дневной формы обучения /В.В.Бахмутская. – Электронные данные.-

- Гомель:ГГТУ,2012.–184с .режим доступа: elib.gsty.by
6. М/уз № 284 Потребители электроэнергии и электромагнитная совместимость [электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 02 "электроэнергетические системы и сети" дневной формы обучения: /В.В.Бахмутская. – Электронные данные.- Гомель:ГГТУ,2012.–157с .режим доступа: clib.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 А.В. (Тимова И.В.)*

#### Перечень лабораторный работ

1. Оперативные переключения в системе электроснабжения промышленного предприятия
- 2.Определение параметров схемы замещения трехобмоточного трансформатора
- 3.Определение групп соединения трехфазных трансформаторов
- 4.Защита цеховых электрических сетей предохранителями и автоматическими выключателями.
5. Определение основных физических величин и безразмерных показателей графиков нагрузки
- 6.Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной активной мощности
- 7.Изучение конструкций основных элементов цеховых электрических сетей (линопроводов, силовых распределительных шкафов, ящичков и щитов, проводов и кабелей)
- 8.Составление картограмм электрических нагрузок завода



## 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)
Релейная защита и автоматика в электроэнергетических системах	«Электро-снабжение»	Согласовано	№ 12 от 17.05.2016
Электроэнергетические системы»	Электро-снабжение	Согласовано	№ 12 от 17.05.2016

Библиотека ГГТУ ИЖ