

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

канд. техн. наук, доцент _____ А.В. Белоусов

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
факультативной дисциплины

Качество электрической энергии

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение показателей качества электрической энергии и способов обеспечения качества электроэнергии.

Основными задачами являются следующие:

- Изучить показатели качества электрической энергии, делать их оценку и нормирование;
- Оценивать влияние качества электроэнергии на работу электроприемников;
- Знать средства измерений показателей качества электроэнергии и способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-6	Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: нормы качества электроэнергии, основные технические средства, позволяющие определять показатели качества электроэнергии. Уметь: делать выводы по полученным результатам расчётов и экспериментов. выбирать параметры серийных технических средств, применить стандартные технические решения на не типовых объектах энергетики. Владеть: методикой измерений показателей качества электроэнергии, практическими навыками применения технических средств, повышающих качество электрической энергии.

3. ОБЪЕМ ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость, час	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34
Лекции	17
лабораторные	17
практические	–
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	38
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	38
Форма аттестации	Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Показатели качества электрической энергии, их оценка и нормирование					
1.1	Показатели качества электроэнергии и их характеристика. Отклонения частоты. Медленные изменения (отклонения) напряжения. Колебания напряжения. Суммарный коэффициент и коэффициент n-й гармонической составляющей. Коэффициенты несимметрии токов и напряжений обратной и нулевой последовательности. Провалы и прерывания напряжения. Перенапряжения. Импульсные напряжения.	2	-	-	5
1.2	Нормы и оценка качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.	2	-	-	5
1.3	Способы расчета и методики определения показателей качества электрической энергии и вспомогательных параметров.	2	-	-	5
2. Средства измерений показателей качества электроэнергии					
2.1	Устройство средства измерений показателей качества электроэнергии. Алгоритмы измерений и метрологические характеристики средства измерений показателей качества электроэнергии. Устройство фликерметра.	3	-	-	2
2.2	Контроль качества электроэнергии и его задачи. Анализ причин ухудшения качества электроэнергии. Мониторинг как инструмент в задачах управления качеством электроэнергии. Выбор пунктов контроля.	2	-	9	10
3. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии					
3.1	Мероприятия по обеспечению качества электроэнергии. Регулирование напряжения трансформаторами. Встречное регулирование напряжения. Определение требуемых законов регулирования напряжения в распределительных сетях среднего и низкого напряжений.	2	-	2	3
3.2	Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующего устройства. Снижение уровня высших гармоник с помощью увеличения кратности пульсации напряжения выпрямителей.	2	-	4	5
3.3	Конденсаторные батареи для регулирования напряжения. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи. Причины и последствия несимметрии напряжения, методы снижения несимметрии. Продольно-емкостная компенсация. Расчет и экспериментальная проверка продольно-емкостной компенсации.	2	-	2	3
	ВСЕГО	17	-	17	38

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Показатели качества электрической энергии, их оценка и нормирование.	<ol style="list-style-type: none">1. Понятие качества электрической энергии. Сущность проблемы качества электроснабжения.2. Основные определения качества электроэнергии по ГОСТ 32144-3013.3. Показатели качества электроэнергии.4. Нормирование отклонений и колебаний напряжения.5. Нормирование несинусоидальности и несимметрии напряжения.6. Нормирование электромагнитных помех.7. Причины снижения качества электроэнергии.8. Методы расчета отклонений напряжения.9. Методы определения колебаний напряжения.10. Методы определения несинусоидальности напряжения.11. Методы определения несимметрии напряжения12. Влияние медленных изменений (отклонений) напряжения на работу электроприёмников.13. Влияние несинусоидальности напряжений и токов на приборы учета.14. Влияние отклонения частоты на работу электроприёмников.15. Влияние колебаний напряжения и фликера на работу электроприёмников.16. Влияние несинусоидальности напряжения на работу электроприёмников.17. Влияние несимметрии напряжений на работу электроприёмников.18. Провалы и прерывания напряжения.19. Причины возникновения отклонения частоты в электроэнергетических системах.20. Причины возникновения несимметрии трёхфазной системы напряжений в электрических сетях.21. Причины возникновения несинусоидальности напряжений.22. Электротехнический и технологический ущербы от ухудшения качества электроэнергии.23. Источники искажения качества электроэнергии.
2	Средства измерений показателей качества электроэнергии.	<ol style="list-style-type: none">24. Современные измерительные приборы качества электроэнергии.25. Устройство средства измерений показателей качества электроэнергии.26. Алгоритмы измерений и метрологические характеристики средств измерений показателей качества электроэнергии.27. Устройство фликерметра и алгоритмы измерения фликера.28. Характеристика измерительных трансформаторов напряжения и тока.29. Обработка результатов измерения и погрешности

		оценки значений показателей качества электроэнергии. 30. Мониторинг как инструмент в задачах управления качеством электроэнергии. 31. Выбор пунктов контроля показателей качества электроэнергии.
3	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	32. Мероприятия по обеспечению качества электроэнергии. 33. Средства регулирования напряжения. 34. Конденсаторные батареи для регулирования напряжения. 35. Компенсация высших гармоник тока. 36. Особенности управления фильтрокомпенсирующими устройствами. 37. Компенсация колебаний напряжения. 38. Средства защиты от провалов и прерываний напряжения. 39. Современные средства обеспечения качества электроэнергии. 40. Основные принципы построения системы контроля, анализа и управления качеством электроэнергии.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Управление качеством электроэнергии [Текст]: учеб. пособие: рек. УМО/ И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. М.: Изд-ий дом МЭИ, 2006. - 320 с.

2. Виноградов А.А. Анализ показателей качества в системах электроснабжения [Текст]: учеб. пособие / А.А. Виноградов, О.Г. Гриб, О.Н. Довголюк и др. – Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 270 с.

3. Качество электроснабжения промышленных потребителей: учеб. пособие [Текст] / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, А.И. Муравлев; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 89 с. - Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/espp/literatura/Tab/kach_ee.pdf.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. ГОСТ 32144 – 2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. Сапрыка А.В. Повышение энергоэффективности осветительных комплексов с учетом качества электрической энергии [Электронный ресурс]. - Х.: ХНАГХ, 2009. - 126 с. <http://os.x-pdf.ru/20raznoe/107967-1-av-saprika-povyshenie-energoeffektivnosti-osvetitelnih-kompleksov.php>.

3. Васильченко В.И. Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения / В.И. Васильченко, А.А. Виноградов, О.Г. Гриб и др.: Учеб. пособие. – Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2011. – 242с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> . - Загл. с экрана.

2. Энергетика и промышленность России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.eprussia.ru> . - Загл. с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия проводятся в лекционной аудитории главного корпуса БГТУ им. В.Г. Шухова. Аудитория оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), комплект учебной мебели. Курс лекций обеспечивается комплектом электронных презентаций/слайдов, используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633/ Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01), Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633/ Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01), Microsoft Visio Professional 2013 (15.0.5015.1000) MSO (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633/ Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01).

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях - аудитории 216, 223 и 424, которая оснащена презентационной техникой (проектор Acer Projector P1165) и персональными компьютерами (Intel Core i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ АОС 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет, а также на полигоне высоковольтного оборудования.

Курс лабораторных занятий обеспечивается стендами-макетами, позволяющими моделировать физические процессы в электрической сети.

Комплект учебных лабораторных стендов ГалСен КЭЭСЭСТ1М-С-К и ТЭМР2-ПМП-С включают в себя: однофазный источник питания; активная нагрузка; модель линии электропередачи; устройство продольной емкостной компенсации; емкостная нагрузка; индуктивная нагрузка; блок диодов; трехфазная трансформаторная группа; коммутатор измерителя мощностей; фильтрокомпенсирующее устройство; трансформатор тока; трансформатор напряжения; лабораторный стол с двухсекционным контейнером и трехуровневой рамой; ноутбук; преобразователь интерфейсов USB/RS-232; измеритель показателей качества электроэнергии; трехфазный источник питания; набор аксессуаров для комплекта КЭЭСЭСТ1М-С-К.

Измерения показателей качества производятся с помощью переносного приборов С.А.6115N, АСМ-3192 и «Энергомонитор 3.3Т1».

Учебный полигон: однострансформаторная подстанция с уровнями напряжения 35 и 10 кВ. Питание полигона - одноцепная линия 35 кВ (сталеалюминевый провод АС-50/8, металлическая опора У 35 – 1). Изоляторы

линии 35 кВ – полимерные изоляторы ЛК 70/35-III. Ввод в ОРУ 35 кВ – гибкая ошиновка, провод АС-50/8. Фарфоровые опорные изоляторы ИОС-500-01 УХЛ. Разъединитель горизонтально-поворотного типа РНДЗ-2-35 кВ. Разъединитель РНДЗ-35 кВ. Масляный выключатель ВМ-35 кВ.

Для самостоятельной работы студентов предусмотрен компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, а также участием в программах Microsoft Office 365 для образования (студенческий) (№ дог. Е04002С51М) с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft.

Составитель

д-р техн. наук, проф. Сапрыка А.В.

Заведующий кафедрой

канд. техн. наук, доц. Белоусов А.В.

«_____» _____ 2019 г.