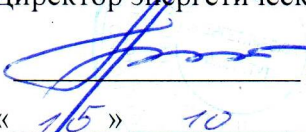
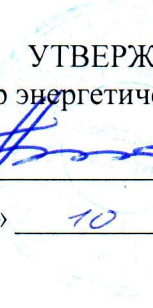


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

**СОГЛАСОВАНО**  
Директор института заочного обучения  
  
М.Н. Нестеров  
« 15 » \_\_\_\_\_ 2015 г.



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор энергетического института  
  
А.В. Белоусов  
« 15 » \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ**

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

**Энергетический институт**

**Кафедра электроэнергетики и автоматики**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: д-р техн. наук, доцент  \_\_\_\_\_ М.А. Авербух

 \_\_\_\_\_ Е.В. Жилин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » 10 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » 10 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент  \_\_\_\_\_ А.Н. Семернин

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормотивно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные требования, нормы правил устройства электроустановок применяемых при проектировании цеховых систем электроснабжения.</p> <p><b>Уметь:</b> проектировать цеховые системы электроснабжения на основании сведений о электрических нагрузках цеховых электроприемников.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора всех элементов цеховой системы электроснабжения, разбираться в ассортименте кабельной продукции, силовых трансформаторов и коммутационной аппаратуры.</p>

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	34	34
лабораторные	0	0
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект	0	0
Курсовая работа	0	0
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	0	0
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	39	39
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теоретические основы электротехники
2	Электрические машины
3	Электротехническое материаловедение

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Основы электропривода
2	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
3	Электрические измерения

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основные сведения о системах электроснабжения объектов</b>					
1.1	Общие сведения. Электрические параметры электроэнергетических систем. Напряжения электрических сетей.	2	0	0	2
1.2	Структура потребителей и понятие о графиках их электрических нагрузок. Режимы работы нейтрали в системах электроснабжения	2	0	0	2
<b>2. Основное электрооборудование электрических подстанций</b>					
2.1	Основное электрооборудование электрических подстанций. Силовые трансформаторы, преобразовательные агрегаты.	2	0	0	2
2.2	Коммутационная аппаратура напряжением до и выше 1 кВ. Автоматические выключатели в установках напряжением до 1000 В и выше 1000 В. Конструктивные особенности и способы маркировки.	2	0	0	2
<b>3. Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения</b>					
3.1	Показатели графиков электрических нагрузки. Коэффициент использования, коэффициенты включения, загрузки, формы графика нагрузки, заполнения графика.	2	1	0	2

3.2	Расчет электрических нагрузок. Понятие расчетной электрической нагрузки. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной мощности.	2	1	0	2
<b>4. Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения</b>					
4.1	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения. Баланс активных и реактивных мощностей. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях	2	1	0	2
4.2	Источники реактивной мощности. Синхронные двигатели как источник реактивной мощности. Силовые конденсаторы. Регулирование мощности компенсирующих устройств.	2	1	0	2
<b>5. Короткие замыкания в системах электроснабжения.</b>					
5.1	Короткие замыкания в системах электроснабжения. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Переходной процесс при трехфазном коротком замыкании	2	2	0	3
5.2	Основные соотношения между токами при трехфазном коротком замыкании. Система относительных единиц. Расчетные схемы определения результирующих сопротивлений цепи короткого замыкания.	2	2	0	3
<b>6. Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ</b>					
6.1	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ. Выбор сечения кабельных и воздушных линий по экономической плотности тока и допустимым токам нагрева в нормальном режиме..	2	2	0	3
6.2	Выбор сечения проводников по потере напряжения в нормальном режиме и при пуске наиболее мощного электрически удаленного двигателя. Проверка проводников по термической стойкости токам трехфазного короткого замыкания.	2	2	0	3
<b>7. Выбор аппаратов системы электроснабжения</b>					
7.1	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением до 1 кВ. Выбор автоматических выключателей, предохранителей, сечения проводов и кабелей с учетом выбора защиты.	2	1	0	2
7.2	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением выше 1 кВ. Выбор и проверка высоковольтных выключателей, предохранителей, трансформаторов тока и напряжения.	2	1	0	2
7.3	Компоновка распределительных устройств напряжением до и выше 1000 В. Комплектные распределительные устройства напряжением до и выше 1000 В. Комплектные трансформаторные подстанции.	2	2	0	3
<b>8. Качество электроэнергии в системах электроснабжения</b>					
8.1	Качество электроэнергии в системах электроснабжения объектов. Показатели качества электроэнергии	2	0	0	2
8.2	Влияние качества электроэнергии на элементы системы электроснабжения.	2	1	0	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>39</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	1	Расчет показателей графиков электрических нагрузок	2	2
2	4	Расчет и выбор компенсирующих устройств на базе статических батарей конденсаторов и использование синхронных двигателей	2	2
3	5	Расчет токов КЗ в произвольный момент времени по расчетным кривым	2	2
4	5	Расчет токов КЗ в сетях и установках напряжением до 1 кВ	2	2
5	6	Выбор сечений жил кабелей напряжением выше 1 кВ	2	2
6	6	Выбор сечений проводов и кабелей напряжением до 1 кВ с учетом выбора защит	2	2
7	7	Выбор и проверка предохранителей, разъединителей, выключателей напряжением 6-10 кВ	2	2
8	7	Выбор автоматических выключателей, предохранителей напряжением до 1 кВ	2	2
9	8	Расчет показателей качества электроэнергии при нелинейных потребителях	1	1
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные сведения о системах электроснабжения цеховых электроприемников	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие виды электроустановок существуют в системе электроснабжения объектов?</li> <li>2. По каким признакам подразделяются электрические сети?</li> <li>3. Какие номинальные напряжения установлены в электрических системах?</li> <li>4. Что такое графики электрических нагрузок потребителей?</li> <li>5. Какие режимы работы нейтралей применяются в системах электроснабжения?</li> </ol>

2	Основное электрооборудование электрических подстанций электрических подстанций	<p>1.Перечислите основные типы трансформаторов на понизительных подстанциях?</p> <p>2.Расшифруйте условное обозначение трансформатора ТРДН-40000/110/6,0?</p> <p>3.Для какой цели используются преобразовательные агрегаты?</p> <p>4.Перечислите основные коммутационные аппараты напряжением выше 1 кВ? Перечислите основные коммутационные аппараты напряжением до 1 кВ?</p> <p>5. Перечислите основные схемы цеховых электрических сетей напряжением до 1 кВ?</p>
3	Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения	<p>1.Перечислите основные показатели графиков нагрузок?</p> <p>2.Что понимается под расчетной электрической нагрузкой?</p> <p>3.Перечислите методы расчета электрических нагрузок?</p>
4	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения	<p>1.Назовите основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях?</p> <p>2.Что используется в электрических системах для компенсации реактивной мощности?</p>
5	Короткие замыкания в системах электроснабжения	<p>1.Назовите основные причины возникновения коротких замыканий и их последствия?</p> <p>2.В чем заключается смысл расчетов токов короткого замыкания?</p> <p>3.Как составляются расчетные схемы для определения результирующих сопротивлений цепи КЗ?</p> <p>4.Что такое расчетные кривые для типовых турбогенераторов с АРВ?</p> <p>5.Перечислите, какие виды токов КЗ определяются в сетях и установках напряжением до 1 кВ?</p>
6	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ	<p>1.По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением выше 1 кВ?</p> <p>2.По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением до 1 кВ?</p>

7	Выбор аппаратов системы электроснабжения	1.Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение до 1 кВ? 2.Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение выше 1 кВ? 3.Как производится выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей на напряжение выше 1 кВ?
8	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	1.Перечислите основные показатели качества электроэнергии? 2.Перечислите дополнительные показатели качества электроэнергии? 3.Перечислите основные виды влияния качества электроэнергии на работу электроприемников?

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

(программой курса выполнение курсовых проектов, курсовых работ не предусмотрено).

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Тема РГЗ – расчет и построение схемы электроснабжения цеха (участка) промышленного предприятия. Объем – 10-12 стр.

Цель РГЗ – научить студента рассчитывать схему электроснабжения отдельных участков с регулируемым электроприводом и вспомогательным электрооборудованием.

Основные задачи, решаемые в РГЗ:

- выбор участковой (цеховой) трансформаторной подстанции;
- расчет и выбор кабельных (воздушных) линий;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор коммутационной аппаратуры;
- компоновка распределительных устройств.

Пример задания РГЗ

На рис. 1 представлена расчетная схема электроснабжения цеха.



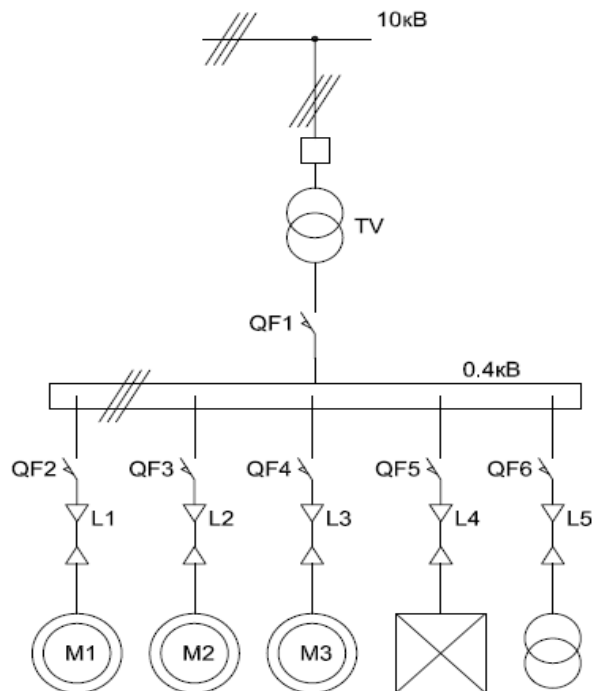


Рис. 1. Расчетная схема электроснабжения цеха

Примерные значения нагрузок цеховой подстанции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование электроприемника	Тип двигателя	Количество	Номинальная мощность	$\cos\varphi_n$	$\eta_n$	Примечание
Подкачивающий насос	4А-18,5	3	18,5	0,88	0,895	S1
Циркуляционный насос	4А-30	1	30	0,89	0,91	S1
Сварочный трансформатор	-	1	36 кВА	0,8	0,8	S3
Технологическая электрическая печь	-	1	46	1	0,82	S1
Электрическая таль	4А-3	1	3	0,83	0,82	S2

#### 5.4. Перечень контрольных работ

(программой курса выполнение контрольных работ не предусмотрено).

### 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 6.1. Перечень основной литературы

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с

2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРО-М, 2006. -214 с. 15экз
3. Конюхова Е.А. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Конюхова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 159 с. — 978-5-4365-0628-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61647.html>
4. Шлейников В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников, Т.В. Сазонова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30146.html>
5. Старкова Л.Е. Справочник цехового энергетика [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Л.Е. Старкова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 352 с. — 978-5-9729-0021-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13558.html>
6. Электроснабжение предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Абрамович [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2015. — 297 с. — 978-5-94211-716-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71713.html>

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Кудрин, Б. И. Системы электроснабжения : учеб. пособие для студентов вузов / Б. И. Кудрин. - Москва : Академия, 2011. - 352 с. 10 экз
2. Электротехнический справочник в 4-х т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общей ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др.- 9-е изд.- М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.  
3. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694.html>

## **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 017- Защита от замыканий на землю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Cahier+Technique&p\\_File\\_Id=334073169&p\\_File\\_Name=RCT017.pdf&p\\_Reference=RCT017](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Cahier+Technique&p_File_Id=334073169&p_File_Name=RCT017.pdf&p_Reference=RCT017)

2. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 1 - Защита электрических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/118.pdf>
3. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 021- Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/RCT021/>
4. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 020- Системы заземления в электроустановках низкого напряжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/138.pdf>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Лекционные занятия и практические занятия проводятся в лаборатории №212 Механического корпуса университета.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от « 11 » 06 20 16 г.

Заведующий кафедрой ЭиА \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов

Директор института \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 021- Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/RCT021/>.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой ЭиА \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

Директор института \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

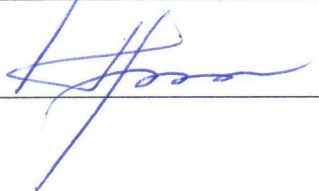
Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института \_\_\_\_\_

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

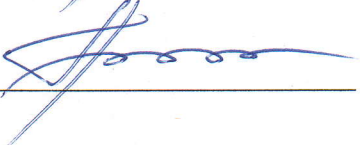


**Утверждение рабочей программы без изменений.**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

Директор института \_\_\_\_\_  А.В. Белоусов

### Дополнительные сведения к самостоятельной подготовке студентов

Раздел 1 – Основные сведения о цеховых системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 4-16].

Раздел 2 – Основное электрооборудование электрических подстанций электрических подстанций, литература основная [1, Ст 46-57].

Раздел 3 – Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения, литература основная [1, Ст 118- 129].

Раздел 4 Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 174- 190].

Раздел 5 – Короткие замыкания в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 192- 123].

Раздел 6 – Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ, литература основная [1, Ст 225- 243].

Раздел 7 – Выбор аппаратов системы электроснабжения, литература основная [1, Ст 254- 256].

Раздел 8 – Качество электроэнергии в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 257- 283].

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Список изменений и дополнений в рабочей программе, утвержденной на 2018/2019 учебный год.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 021- Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/RCT021/>.