

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА

ФИЛИАЛ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Х. А. РАХМАТУЛИНА В Г. ТОКМОК

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Койчуманова Ж.М.

2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

269.М.2.П4 «Управление качеством электроэнергии»

(код, название)

Направление:	640200 «Электроэнергетика и электротехника»
Программа:	Электроснабжения
Квалификация:	Магистр
Форма обучения:	Очная
Курс	2
Семестр	3
Всего кредитов	5
Аудиторных, из них в часах:	150 ч.
Лекции	32 ч.
Практические	16 ч.
СРС	102 ч.
Форма отчетности	Экзамен

### Лист согласования

Учебно-методический комплекс по дисциплине «по спец. предмету» разработан в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовки бакалавров/магистров/специалистов и предназначен для студентов, обучающихся по направлению 640100, Электроэнергетика и др. техники профилю/программе «Электрооборудование (по выбору)».

Автор/ы (составитель/и): ПТС кафедры

Процесс рассмотрения и утверждения УМКД	№ протокола	Подписи (печать)
Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры <u>«Электроэнергетика» ТЭИ КГТУ им. И. Раззакова</u> (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>6</u> от « <u>25</u> » <u>января</u> 20 <u>22</u> г.	Зав. профилирующей кафедры: <u>И. С. Сидя</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Васильев К.Б.</u>
*Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры _____ (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.	Зав. непрофилирующей кафедры: _____ Ф.И.О. _____
Учебно-методический комплекс дисциплины одобрен руководителем ООП по направлению <u>640100 «Энергетика и др. техники»</u> (наименование учебного подразделения)	Дата: <u>протокол №5 от 25.01.2022г</u>	Руководитель ООП: <u>И. С. Сидя</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Васильев К.Б.</u>
Учебно-методический комплекс дисциплины согласован на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института <u>ТЭИ КГТУ</u> (наименование учебного подразделения)	протокол № <u>5</u> от « <u>26</u> » <u>января</u> 20 <u>22</u> г.,	Председатель УМК: <u>Т. М. Султанова</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Султанова Т.М.</u>
**Учебно-методический комплекс дисциплины согласован (или обсуждался/рецензирован) <u>Технической комиссией</u> (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/обсуждения/рецензия <u>Протокол №7 от 12.02.2022г</u>	(должность) <u>Член комиссии</u> <u>В. С. Сидя</u> (подпись) Ф.И.О. <u>Васильев К.Б.</u>

\*УМК дисциплины непрофилирующей кафедры обязательно согласовывается с выпускающей кафедрой, реализующей соответствующее направление/специальность

\*\*УМК должен пройти согласование или обсуждение на соответствие требованиям заинтересованных сторон (отраслевой совет, «круглый стол», совещание, заседание кафедры/методический совет с представителями производства, рецензирование (рецензия должна быть приложена) и др.)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА

Филиал имени академика Х. А. Рахматулина в г. Токмок

“СОГЛАСОВАНО”

Зав.каф., доц. «ЭЭ»

*К. Б. Осмоналиев* Осмоналиев К. Б.

«22» сентября 2022 г.

“УТВЕРЖДАЮ”

Директор

*Ж. М. Койчуманова* Койчуманова Ж.М.

«23» сентября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»

для магистрантов направления 640200 «Электроэнергетика и  
электротехника»

Программы: «Электроснабжение»

Институт

Филиал имени академика

Х. А. Рахматулина

Кафедра

Электроэнергетика

Курс

2

Семестр

3

Кредит

5

Всего часов по учебному плану

150

из них:

- |                          |       |
|--------------------------|-------|
| – лекции                 | 32 ч  |
| – Лабораторная работа    | 16 ч  |
| – самостоятельная работа | 102 ч |
| – экзамен 3 – семестр    |       |

Рабочую программу разработала: доцент каф. «ЭЭ» Калматов У.А.

Рабочую программу рассмотрели и утвердили на заседании кафедры «ЭЭ»

Протокол № 2 от «22.09» 2022 г. *К. Б. Осмоналиев* Осмоналиев К.Б.

(подп. зав. каф)

Одобрена учебно – методической комиссией филиала

Протокол № 1 от «28.09» 2022 г. *Г. М. Суйналиева* Суйналиева Г.М.

(подп. предс. УМК)

Бишкек -2022

## АННОТАЦИЯ

Курс «Управление качеством электроэнергии» изучается магистрантами, обучающихся по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» во втором семестре (на 2 курсе).

Текущий контроль и самоконтроль усвоения курса осуществляется посредством выполнения лабораторных работ, а также контрольными вопросами по тематике. По итогам изучения дисциплины магистры сдают экзамен.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Управление качеством электроэнергии» является формирование современного мировоззрения в области управления качеством электроэнергии в электрических станциях и сетях, приобретение знаний, умений и навыков по решению проблемы мониторинга и обеспечения качества электроэнергии в нормируемых пределах.

*Задачи дисциплины:*

- ознакомить магистрантов с действующими отечественными и зарубежными нормами стандартов на качество электрической энергии;
- дать представление о причинах возникновения специфичных режимов работы электрических систем, обусловленных изменением показателей качества электроэнергии;
- показать каким образом изменение показателей качества электрической энергии влияет на работу других электрических станций, как определять источники искажения качества электроэнергии;
- дать представление о том, кто несет ответственность за нарушение норм качества электроэнергии (КЭ) при функционировании оптовых и розничных рынков энергии и мощности;
- ознакомить обучающихся со способами, схемными решениями и техническими средствами, применяемыми для нормализации показателей качества электроэнергии (ПКЭ), а также методами и способами управления качеством электроэнергии;
- сформировать профессиональные навыки по управлению качеством электроэнергии в электрических станциях.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен/будет

### **знать:**

- влияние качества электроэнергии на электроприемники и системы электроснабжения, технологические процессы, объекты систем электроэнергетики;
- нормирование показателей качества электроэнергии; методы расчета показателей качества электроэнергии (ПКЭ);

современные схемные решения и технические средства улучшения ПКЭ, методики их выбора; принципы и способы управления качеством электроэнергии, в том числе и вопросы оптимизации качества электроэнергии (КЭ);

- методы и измерительно-вычислительные комплексы для контроля и мониторинга качества электроэнергии, требования к эксплуатации средств, улучшающих качество электроэнергии, методические подходы к обеспечению качества электроэнергии при эксплуатации электрических станций и сетей;

### **уметь:**

- определять источники искажения КЭ и пользоваться действующими ГОСТами в области качества электроэнергии;
- рассчитывать основные показатели качества электроэнергии в электрических схемах различной сложности; выбирать схему или техническое устройство для нормализации ПКЭ, а также рассчитывать его параметры; выбирать оптимальный вариант схемы электроснабжения или электрической сети при наличии источников искажения КЭ;
- определять ущербы от пониженного качества электроэнергии;
- осуществлять контроль качества электроэнергии; выбирать точки, виды и периодичность контроля качества электроэнергии, проводить комплексные исследования КЭ и решать вопросы его нормализации для реальных объектов систем электроэнергетики при их эксплуатации;

### **владеть навыками:**

- использования методов расчета показателей качества электроэнергии в различных узлах электроэнергетической системы; выбора оптимальных с точки зрения обеспечения качества электроэнергии схем станций, подстанций, электрических сетей и систем электроснабжения;

- выбора технических средств, обеспечивающих требуемое качество электроэнергии;
- контроля и управления качеством электроэнергии при эксплуатации объектов систем электроэнергетики;
- определения неустойки в случае нарушения качества электроэнергии.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способен анализировать естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-1);
- способен применять современные методы исследования проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК-2);

### **4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Учебная дисциплина «Управление качеством электроэнергии» является дисциплиной по выбору профессионального цикла ООП учебного плана направления 640200 - «Электроэнергетика и электротехника».

Пререквизиты. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами направления подготовки бакалавров 640200 - «Электроэнергетика и электротехника»:

- «Производство электроэнергии»;
- «Электрическая часть станций и подстанций»;
- «Электроэнергетические системы и сети»
- «Электроснабжение»

Постреквизиты. Изучив дисциплину «Управление качеством электроэнергии» магистрант получает необходимые компетенции для самостоятельной разработки магистерской диссертации.

Методы изучения дисциплины. Изучение данной дисциплины предполагает проведение:

- лекционных и лабораторных занятий в объеме 48 часов, из них: лекционные занятия – 32 часа и лабораторные работы – 16 часов.

- проведение промежуточного и итогового контроля (экзамена) –  $0,3 \cdot 2 = 0,6$  часа на одного магистранта (экзаменационный билет).

Необходимое обеспечение для изучения дисциплины. Занятия по дисциплине «Управление качеством электроэнергии электрических станций» проводятся в ауд. \_\_\_\_\_ при обязательном наличии учебно-методических материалов и компьютеров, или в онлайн - режиме (на базе платформ ZOOM, WhatsApp, эл. почта).

### Объем и содержание занятий

#### Лекционные занятия (32 часа)

Шифр и наименование модуля	Лекционные занятия №	Наименование изучаемых вопросов	Кол. час.	Распред. по неделям	Лит-ра, презентация №	Форма контроля
1	2	3	4	5	6	7
<b>I модуль</b>	1	Введение. Характеристика электрической энергии как товара. Общие положения анализа качества ЭЭ: источники информации при анализе качества ЭЭ	2	1	[1,2]	
	2	Характеристика режимов работы электрической системы: нормальный, аварийный, послеаварийный.	2	1	[1,2]	
	3	Методы управления частотой и активной мощностью. Отклонение частот.	2	1	[1,2]	
	4	Методы управления напряжением и реактивной мощностью.	2	1	[1,2]	
	5,6	Нормативно-правовая основа системы управления качеством ЭЭ в КР. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013. Основные понятия и определения	4	1	[1,2,12,13]	
	7	Понятия системы менеджмента качества (СМК). Определения качества. Двухэтапное определение качества. Этапы развития управления качеством стандарта качества XX-XXI вв	2	1	[1,2,5]	
	8	Показатели качества ЭЭ: Медлен-	2	1	[1,2,6]	

		ные и быстрые изменения напряжения. Несинусоидальность напряжения.				
		<b>Итого по I - му модулю</b>	<b>16</b>			
<b>II модуль</b>	9	Показатели качества ЭЭ: Несимметрия трехфазной системы напряжения. Случайные события в электрических сетях.	2	1	[1,2,7]	
	10	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников	2	1	[1,2,6]	
	11	Требование к показателям качества ЭЭ. Средства измерения показ-й качества электроэнергии	2	1	[1,2,12-17]	
	12	Контроль и анализ качества электроэнергии. Анализ качества ЭЭ при нарушении требований к качеству ЭЭ.	2	1	[1,2,5]	
	13	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	2	1	[1,2,5]	
	14	Принципы реализации интеллектуальной ЭЭС с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС), ее новые свойства	2	1	[1,2,4,10,11]	
	15, 16	Влияние новых функциональных свойств активно-адаптивной сети, ее активных элементов на качество электроэнергии. Возможности использования цифровой подстанции для управления качеством электроэнергии. Понятия об интеллектуальном учете электроэнергии.	4	1	[1,2,4,10,11]	
		<b>Итого по II - му модулю</b>	<b>16</b>			
			<b>32</b>			

### Лабораторные работы (16 часов)

№ работы/неделя	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов	Литература №	Форма контроля
1/2	Инструктаж по ТБ	1	[3]	
2/4	Измерение параметров и показателей качества электрической энергии в трехфазной сети с использованием измерителя параметров и показателей качества электроэнергии LPW-305.	3	[3]	Отчет
3/6	Исследование статических характеристик	4	[3]	Отчет

	бытовых электроприемников по напряжению			
4/8	Исследование воздействия высших гармоник нелинейных потребителей на работу систем электроснабжения	4	[3]	Отчет
	Исследование потери напряжения и мощности в линии электропередачи 0,4 кв.	4	[3]	Отчет
<b>Итого</b>		<b>16 часов</b>		

### График самостоятельной работы магистрантов (102 часов)

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
1	Модуль 1. Анализ качества электроэнергии в электрических станциях. Характеристика качества электроэнергии в различных отраслях промышленности, коммунально-бытовых потребителей. Анализ отклонений напряжения, несинусоидальности и несимметрии напряжения на шинах станций, подстанций и в электрических сетях.	Подготовка к опросу на лекциях. Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы.	20
2	Модуль 1. Нормативно-правовая основасистемы менеджмента качества в электроэнергетике. Перечень нормативных документов по качеству электроэнергии. Основные отличия ГОСТ 32144-2013 от ГОСТ 13109- Сходство и различие российского, межгосударственного и европейского стандартов. Основные определения ГОСТ 32144-2013. Показатели и нормы качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013. Влияние качества	Подготовка к опросу на лекциях. Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы.	30

	<p>электроэнергии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на электрооборудование и электрические сети;</li> <li>- на учет электроэнергии;</li> <li>- на электроприемники и технологический процесс потребителей.</li> </ul>		
3	<p>Модуль 2. Методы определения показателей качества электроэнергии в новых условиях: методика расчета отклонений напряжения в точках передачи электроэнергии.</p> <p>Инженерные методы расчета показателей качества электроэнергии, относящихся к несинусоидальности, несимметрии и колебанию напряжения в точках передачи электроэнергии.</p>	<p>Подготовка к опросу на лекциях.</p> <p>Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы.</p>	26
4	<p>Модуль 2. Управление качеством электроэнергии при эксплуатации основных электрооборудованиях и электрических сетей. Методические, организационные и технические мероприятия по улучшению КЭ. Задачи по созданию системы управления качеством электроэнергии в электрических станциях и сетях. Технические средства автоматизированного мониторинга КЭ.</p>	<p>Подготовка к опросу на лекциях.</p> <p>Подготовка отчета по выполнению лабораторной работы.</p>	26

Требования об академической успеваемости. Успешность изучения дисциплины в системе кредитных технологий оценивается суммой набранных баллов (из 100 возможных):

Итоговая оценка за дисциплину будет формироваться из следующих компонентов:		
1 модуль	Выполнение и сдача отчета лабораторных работ	4*5=20 баллов
	Ответы на экзаменационные билеты 1 модуля или выполнение СРС	10 баллов
2 модуль	Выполнение и сдача отчета лабораторных работ	4*5=20 баллов
	Ответы на экзаменационные билеты 2 модуля или выполнение СРС	10 баллов
Итоговый контроль		40 баллов
<b>ВСЕГО</b>		<b>100 баллов</b>

Для успешного освоения курса «Управление качеством электроэнергии», магистранты должны сдать отчеты о выполнении лабораторных работ и выполнить СРС.

На основании полученной магистрантом суммы баллов за семестр выставляется оценка, в соответствии с приведенной таблицей.

#### Итоговое распределение баллов

	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Сумма баллов	61-73	74-86	87-100

Содержание оценки					
Отлично – замечательный результат при нескольких незначительных недостатках	5	A	Отлично	Зачет	
Очень хорошо – результат выше среднего, несмотря на определенное количество недостатков	4+	B	Хорошо		
Хорошо – в общем, хорошая работа, несмотря на определенное число значительных недостатков	4	C			
Удовлетворительно – добросовестная работа, содержащая, однако, значительные недостатки	3+	D	Удовлетворительно		
Посредственно – результат соответствует минимально допустимым критериям	3	E		Незачет	
Неудовлетворительно – с правом пересдачи, необходима дополнительная работа для получения кредита	2	F X	Неудовлетворительно		
Неудовлетворительно - без права пересдачи, необходимо повторить курс, необходима значительная дополнительная работа (повторный курс)		F			

## 5. ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГОВОМУ КОНТРОЛЮ

### I модуль

1. Специфические режимы работы электрических сетей.
2. Требования к показателям качества электрической энергии.
3. Общая характеристика медленных изменений напряжения.
4. Отрицательные и положительные отклонения напряжения.
5. Способы управления отклонением напряжения в электрических сетях.
6. Методика анализа качества электроэнергии в электрических сетях.
7. Организация контроля качества электроэнергии в электрических сетях.
8. Управление качеством электроэнергии в электрических сетях: общие подходы.
9. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников.
10. Отклонение частоты. Причины возникновения отклонения частоты в электроэнергетических системах.
11. Баланс активной и реактивной мощностей в энергосистеме.
12. Способы управления частотой в системах электроснабжения.
13. Общая характеристика медленных изменений напряжения. Причины возникновения.
14. Быстрые изменения напряжения в системах электроснабжения. Причины возникновения.
15. Способы снижения колебаний напряжения в электрических сетях.
16. Несимметрия трёхфазной системы напряжений. Причины возникновения несимметрии трёхфазной системы напряжений в электрических сетях.
17. Виды несимметрии токов и напряжений. Показатели, их влияние на работу ЭП.
18. Системы автоматизированного управления несимметричными режимами в электрических сетях.
19. Несинусоидальность трёхфазной системы напряжений. Причины возникновения несинусоидальности напряжений в электрических сетях.
20. Способы управления несинусоидальными режимами в системах электроснабжения.
21. Случайные события в электрических сетях.
22. Перечень нормативных документов по качеству электроэнергии.
23. Основные отличия ГОСТ 32144-2013 от ГОСТ 13109-97.
24. Сходство и различие российского, межгосударственного и европейского стандартов.
25. Основные определения ГОСТ 32144-2013.
26. Показатели и нормы качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013.
27. Продолжительные изменения характеристик напряжения по ГОСТ 32144-2013.
28. Показатели качества электроэнергии, характеризующие колебания напряжения и фликер.
29. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несинусоидальность напряжения.
30. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несимметрию напряжения в трехфазных системах.
31. Определение и характеристика случайных событий по ГОСТ 32144-2013.

32. Прерывания напряжения в соответствии с ГОСТ 32144-2013.
33. Провалы напряжения в соответствии с ГОСТ 32144-2013.
34. Перенапряжения в соответствии с ГОСТ 32144-2013.
35. Импульсные напряжения в соответствии с ГОСТ 32144-2013

## **I модуль**

1. Способы и технические средства снижения перенапряжений в системах электроснабжения.
2. Предпосылки формирования подхода к качеству электроснабжения.
3. Определения: система электроснабжения, пользователь электрической сети.
4. Определения: сетевая организация, кондуктивная электромагнитная помеха.
5. Определения: уровень электромагнитной совместимости в системах электроснабжения.
6. Определения: напряжение гармонической составляющей, напряжение сигналов электрической сети.
7. Определения: напряжение интергармонической составляющей, быстрое изменение напряжения.
8. Определения: напряжение электропитания, частота напряжения электропитания.
9. Определения: согласованное напряжение электропитания, опорное напряжение.
10. Определения: низкое, среднее и высокое напряжение; прерывание напряжения.
11. Определения: импульсное напряжение, перенапряжение.
12. Определения: провал напряжения, фликер, среднеквадратическое значение.
13. Общая характеристика быстрых изменений напряжения.
14. Показатели, характеризующие быстрые изменения напряжения.
15. Влияние быстрых изменений напряжения на работу электроприемников.
16. Способы минимизации быстрых изменений напряжения.
17. Показатели, характеризующие медленные изменения напряжения.
18. Влияние медленных изменений напряжения на работу электроприемников.
19. Определение отклонения напряжения в удаленной точке электрической сети.
20. Способы и технические средства управления медленными изменениями напряжения.
21. Требования к показателям качества электрической энергии.
22. Характеристика установившихся режимов работы электрических сетей.
23. Требования к отклонениям частоты в синхронизированных и изолированных системах электроснабжения.
24. Влияние отклонения частоты на работу электроприемников.
25. Способы и технические средства для управления балансом активной мощности в системах.
26. Показатели качества, характеризующие несимметрию трёхфазной системы напряжений.
27. Влияние несимметрии напряжений и токов на дополнительные потери и качество электрической энергии.
28. Влияние несимметрии напряжений на работу электроприемников.
29. Способы и технические средства управления несимметричными потоками в электрических сетях.

30. Показатели качества, характеризующие несинусоидальность трёхфазной системы напряжений.
31. Влияние несинусоидальности напряжений и токов на дополнительные потери и качество электрической энергии.
32. Влияние несинусоидальности напряжений на работу электроприемников.
33. Характеристика и принципы реализации интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС).
34. Принципиальные отличия активно-адаптивных сетей от действующих сетей классического исполнения.
35. Новые возможности активно-адаптивных сетей для управления качеством электроэнергии.
36. Использование новых функциональных свойств активно-адаптивных сетей для управления качеством электроэнергии.
37. Характеристика основных компонентов и технологий активно-адаптивных сетей.
38. Структура и компоненты, характеристика распределенной генерации.
39. Построение цифровой подстанции, и ее особенности.
40. Возможности FACTS – технологий для управления качеством электроэнергии.
41. Активный потребитель и микросети, их требования и влияние на качество электроэнергии.
42. Интеллектуальный учет электроэнергии.
43. Автоматизация ИЭС ААС.
44. Положительные и отрицательные факторы влияния технологий и инновационных компонентов активно-адаптивной сети на качество электроэнергии.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Управление качеством электроэнергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.И. Карташев и др. – Электрон. текстовые данные. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 347 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65643.html>
2. Бакасова А.Б. Синтез сложных систем с нелинейной динамикой и самоорганизацией [Текст]: монография / А.Б. Бакасова.– Бишкек: Инсанат, 2014. – 424 с.
3. Наумов, И.В. Управление качеством электрической энергии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. В. Наумов; АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. – 111 с. – Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7112.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7112.pdf)
4. Асанов А.К., Жусупбекова Н.К. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Методические указания по выполнению лабораторных работ. / Кырг. гос. техн. ун-т; Бишкек, 2018 – 23 с.
5. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SmartGrid :моногр. / Б.Б. Кобец – М.: ИАЦ Энергия, 2010.– 208 с.

### Дополнительная литература

5. Куско, А., М. Томпсон; Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии. М.: Додэка-XXI, 2011. – 334 с.
6. Жежеленко, И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 375 с.
7. Электромагнитная совместимость потребителей: моногр. / И.В. Жежеленко, А.К. Шидловский, Г.Г. Пивняк и др. – М.: Машиностроение, 2012. – 351 с.
8. Управление качеством электроэнергии / под ред. Ю.В. Шарова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
9. Мясоедов, Ю.В. Повышение качества электроэнергии и компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения: моногр. / АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. – 212 с.
10. Савина, Н.В. Управление качеством электроэнергии: новые подходы и возможности [Электронный ресурс]: метод. указания для самост. работы по образоват. программе доп. проф. образования "Интеллект. электроэнерг. системы на базе SmartGrid" / АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. – 28 с. – Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7117.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7117.pdf)
11. Зеленохат Н.И. Интеллектуализация ЕЭС России: инновационные предложения: практическое пособие / Н.И. Зеленохат. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 192 с.

### Нормативные документы:

12. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – официальное издание.
13. ГОСТ 32145-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». – М.: Стандартинформ, 2014. – официальное издание.
14. ГОСТ 30804.4.7 – 2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств».
15. ГОСТ 30804.3.11 – 2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения при определенных условиях. Нормы и методы испытаний».
16. ГОСТ 29322—92 Стандартные напряжения.

17. ГОСТ 30804.4.30—2013 (IEC 61000-4-30:2008) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.

### Электронные образовательные ресурсы:

а) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Power Quality Teaching Toy, <http://www.fsk-ees.ru/>, <http://www.holding-mrsk.ru/>

#### Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>	Университетская библиотека online
2	Консультант +	Справочно-правовая система. Содержит законодательную базу, нормативно-правовое обеспечение, статьи.
3	<a href="http://www.twirpx.com/files/tek/">http://www.twirpx.com/files/tek/</a>	Twirpx.com - это служба, обеспечивающая с помощью веб-интерфейса, расположенного только по адресу <a href="http://www.twirpx.com">http://www.twirpx.com</a> , и специализированного аппаратно-программного обеспечения хранение, накопление, передачу и обработку материалов Пользователей, представленной в электронном виде в публичный доступ. Интернет-библиотека, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания
5	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Агрегатор научных публикаций. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций.
6	<a href="http://www.books.google.ru">www.books.google.ru</a>	Поиск книг Google. Поиск по всему тексту примерно семи миллионов книг: учебная, научная, справочники и другие виды книг.
7	<a href="http://www.nelbook.ru/">http://www.nelbook.ru/</a>	В электронной библиотеке "НЭЛБУК" представлены книги из каталога Издательского дома МЭИ.
8	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Представленная электронно-библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.