

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

11/17/1

Одобрено кафедрой  
«Энергоснабжение  
электрических железных дорог»

Утверждено  
деканом факультета  
«Транспортные средства»

## КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЕГО ПОВЫШЕНИЕ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Рабочая программа  
для студентов V курса

специальности

101800 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭНС)



Москва - 2004

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и отвечает государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки инженера путей сообщения — электромеханика по специальности 101800 (ЭНС).

С о с т а в и т е л ь — канд. техн. наук, доц. Г.И. ГАТАЛЬСКИЙ

## КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЕГО ПОВЫШЕНИЕ В УСТРОЙСТВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Рабочая программа

Редактор *В.И. Чучева*  
Компьютерная верстка *Ю.А. Варламова*

---

Тип. зак.	Изд. зак. 201	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 02.07.04	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 0,5		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПС,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации, 2004

## 1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрическая энергия характеризуется особыми потребительскими свойствами, проявляющимися в одновременности процессов ее производства, передачи и потребления. В связи с этим понятие качества электрической энергии отличается от качества других товаров. При этом качество электроэнергии проявляется через качество работы электроприемников.

Качество электроэнергии в месте ее выработки не гарантирует ее качества у электроприемников. Таким образом, качество электроэнергии является составляющей электромагнитной совместимости (ЭМС), под которой понимается способность электрооборудования нормально функционировать в его электромагнитной среде, не создавая недопустимых электромагнитных помех для другого оборудования, работающего в этой же среде.

Совокупность параметров, определяющих нормальное функционирование электроприемников, образует показатели качества электроэнергии (ПКЭ). Для оценки ПКЭ нужны средства контроля, а для обеспечения необходимого качества электроэнергии нужно применять соответствующие способы и технические средства.

К системе электроснабжения железных дорог предъявляются требования по соблюдению норм ПКЭ и соответственно обеспечению ЭМС с системой внешнего электроснабжения, электроподвижным составом, устройствами СЦБ и связи, нетяговыми потребителями и др.

С этой точки зрения изучение вопросов, связанных с качеством электроэнергии и ее повышением в системе электроснабжения железных дорог, имеет важное значение при подготовке специалистов в области электроснабжения железных дорог.

Дисциплина «Качество электрической энергии и ее повышение в устройствах электроснабжения» базируется на ряде общепрофессиональных и специальных дисциплинах, таких как: «Теоретические основы электротехники», «Электрические

железные дороги», «Электрические сети и энергосистемы», «Электроснабжение железных дорог», «Тяговые подстанции», «Релейная защита».

Таким образом, цель преподавания данной дисциплины: – изучение ПКЭ, устанавливаемых нормативными документами; оценка влияния ПКЭ на работу электроприемников; рассмотрение методов и средств контроля ПКЭ; изучение способов и технических средств повышения качества электроэнергии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Изучив дисциплину, студент должен:*

2.1. *Знать и уметь использовать:*

нормы и требования к ПКЭ;

влияние ПКЭ на работу электроприемников;

методы и средства контроля ПКЭ;

способы и технические средства повышения качества электроэнергии.

2.2. *Владеть:*

нормируемыми значениями ПКЭ;

методиками оценки ПКЭ;

способами и средствами нормализации ПКЭ.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего часов	Курс - V
Общая трудоемкость дисциплины	130	-
Аудиторные занятия:	20	-
лекции	12	-
практические занятия	8	-
Самостоятельная работа	95	-
Контрольная работа	15	Одна
Вид итогового контроля		Зачет (с оценкой)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч
1	Введение. Основные понятия и определения по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии	1,0	-
2	Условия баланса мощности и обеспечение качества электроэнергии	1,0	-
3	Показатели качества электроэнергии и его характеристики	2,0	-
4	Нормы на качество электроэнергии в соответствии с ГОСТ 13109-97	2,0	2
5	Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников	1,0	1
6	Показатели и нормы качества электроэнергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе в соответствии с Правилами устройства системы тягового электроснабжения ж.д. РФ	2,0	1
7	Задачи, методы и средства контроля показателей качества электроэнергии. Требования к погрешности измерения показателей качества.	1,0	-
8	Способы и технические средства повышения качества электроэнергии	1,0	1
9	Снижение отклонения напряжения, несимметрии, несинусоидальности	1,0	3

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

*Раздел 1.*

1.1. Введение. Основные понятия и определения по электромагнитной совместимости и качеству электроэнергии. Условия баланса мощности и обеспечение качества электроэнергии. [6.1.1; 6.1.4; 6.1.8; 6.1.9]

*Раздел 2.*

2.1. Показатели и нормы на качество электроэнергии в соответствии с нормативным документом – ГОСТ 13109-97. [6.1.1; 6.1.9]

### Раздел 3.

3.1. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников. [6.1.2; 6.1.3]

### Раздел 4.

4.1. Показатели и нормы качества электроэнергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе в соответствии с Правилами устройства системы тягового электроснабжения. [6.1.4 – 6.1.8; 6.1.11 – 6.1.14]

### Раздел 5.

5.1. Задачи, методы и средства контроля показателей качества электроэнергии. Требования к погрешности измерения показателей качества. Современные технические средства для измерения показателей качества электроэнергии.

[6.1.1; 6.1.9; 6.1.18; 6.1.19]

### Раздел 6.

6.1. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии. Снижение отклонения напряжения, несимметрии, несинусоидальности. [6.1.2; 6.1.4; 6.1.6; 6.1.9–6.1.17]

## 4.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

## 4.4. Практические занятия

Номер раздела дисциплины	Практическое занятие
2, 3, 4, 6	1. Расчет мощности и размещения установок поперечной емкостной компенсации. 2. Расчет установки продольной емкостной компенсации с целью повышения напряжения в тяговой сети
2, 3, 4, 6	1. Расчет несинусоидальности напряжения на шинах тяговых подстанций постоянного и переменного тока. 2. Определение показателей качества электроэнергии высоковольтных линий автоблокировки и ДПР. 3. Обеспечение требований по уровням напряжения путем изменения коэффициента трансформации трансформатора тяговой подстанции

## 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Предусмотрено выполнение одной контрольной работы, которая состоит из одного теоретического вопроса и двух задач. Одна задача связана с вероятностными методами расчета коэффициентов несимметрии напряжения по обратной последовательности для группы тяговых подстанций, а другая – с определением модуля входного сопротивления системы тягового электроснабжения от токоприемника ЭПС переменного тока до шин бесконечно большой мощности.

## 6. УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### Основная

6.1.1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах общего назначения. — Минск: Изд-во стандартов, 1998. —31 с.

6.1.2. Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации. (ЦЭ-462). —М.: МПС, 1997.—79 с.

6.1.3. Караев Р.И., Волобринский С.Д., Ковалев И.Н. Электрические сети и энергосистемы. —М.: Транспорт, 1988.—326 с.

6.1.4. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. —М.: Транспорт, 1982.—528 с.

6.1.5. Справочник по электроснабжению железных дорог. Том 1./Под ред. К.Г. Марквардта.—М.: Транспорт, 1980.—256 с.

6.1.6. Карташев И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения. —М.: МЭИ, 2001—120 с.

6.1.7. Герман Л.А. Компенсация реактивной мощности в системе тягового электроснабжения. —М.: РГОТУПС, 1996.— 39 с.

*Дополнительная*

6.1.8. М а м о ш и н Р.Р. Повышение качества энергии на тяговых подстанциях дорог переменного тока. —М.: Транспорт, 1973. — 224 с.

6.1.9. Т а м а з о в А.И. Несимметрия токов и напряжений, вызываемая однофазными тяговыми нагрузками. —М.: Транспорт, 1965. —235 с.

6.1.10. Многофункциональные устройства оптимизации качества электроэнергии в системе тягового электроснабжения. —М.: Транспорт, 1989.— 48 с.

6.1.11. Электрические системы и сети. /Под ред В.А. Строева. —М.: Высшая школа, 1999.— 352 с.

6.1.12. Б е с с о н о в В.А. Расчет несимметричных режимов работы системы тягового электроснабжения вероятностными методами. —Хабаровск, ХабИИЖТ, 1988. —96 с.

6.1.13. И в а н о в В.С., С о к о л о в В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. —М.: Энергоатомиздат, 1987.— 336 с.

6.1.14. К о к о р и н С.А. и др. Системы измерения качества электроэнергии на базе промышленно выпускаемых средств автоматизации. Электротехника, № 10, 2003. — с. 44–47.

6.1.15. Устройства серии «ЭРИС» для контроля качества электроэнергии. Проспекты. ООО «Энергоконтроль». —3 с.

6.1.16. И в а н о в В.С., С о к о л о в В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. —М.: Энергоатомиздат, 1987. —336 с.

6.1.17. Ж е л е з к о Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. —М.: Энергоатомиздат, 1985.— 224 с.

6.1.18. К о к о р и н С.А. и др. Системы измерения качества электроэнергии на базе промышленно выпускаемых средств автоматизации. Электротехника, № 10, 2003. — с. 44–47.

6.1.19. Устройства серии «ЭРИС» для контроля качества электроэнергии. Проспекты. ООО «Энергоконтроль». — 3 с.