

11/3/1

Одобрено кафедрой  
«Электрификация  
и электроснабжение»

Утверждено  
деканом факультета  
«Транспортные средства»

# ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Рабочая программа  
для студентов IV курса  
специальности

190401.65 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭЛ)

РОАТ

Москва – 2011

Данная рабочая учебная программа дисциплины является типовой и составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования на основании примерной учебной программы данной дисциплины и удовлетворяет государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 190401.65 «Электроснабжение железных дорог» (ЭЛ).

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 14 февраля 2008г.№71 «Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении)» рабочая учебная программа обновляется ежегодно.

Обновленная версия рабочей учебной программы размещена на сайте РОАТ (<http://www.rgotups.ru>).

Автор — канд. техн. наук, доц. А.Ф. Харченко

## 1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Развитие электрифицированного железнодорожного транспорта неразрывно связано с применением высоких напряжений.

На электрифицированных железных дорогах эксплуатируются и сооружаются новые тяговые подстанции с первичным напряжением 110 или 220 кВ, где устанавливаются трансформаторы и большое количество коммутационной аппаратуры, измерительных и защитных устройств на напряжение 110 (220) кВ; 25 кВ, 10 (35) кВ переменного тока, а также выпрямительные устройства, коммутационные и другие устройства постоянного тока с напряжением 3 кВ. При этом обеспечиваются электрической энергией системы тягового электроснабжения, многие нетяговые железнодорожные потребители электрической энергии, предприятия расположенные вдоль железной дороги, а также осуществляется электроснабжение устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) железной дороги.

Практическое применение высоких напряжений сталкивается с рядом технических и технологических трудностей. В первую очередь это связано с обеспечением надежной работы изоляции высоковольтного оборудования и электрических систем при постоянно воздействующих высоких рабочих напряжениях и кратковременно возникающих перенапряжениях намного превышающих наибольшее рабочее.

Изучение проблем техники высоких напряжений (ТВН) применительно к задачам, характерным для устройств электрической тяги базируется на знании многих положений таких дисциплин как «физика», «математика», «теоретические основы электротехники» и «материаловедение».

Цель изучения дисциплины — формирования у студентов твердых знаний: электрических характеристик изоляционных материалов; особенностей поведения изоляционных материалов в сильных электрических полях при различных условиях эксплуатации; причин возникновения дефектов в изоляции и методов эффективного контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования; процессов, приводя-

щих к перенапряжениям на устройствах электроснабжения и способов ограничения этих перенапряжений.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучив дисциплину, студент должен:

### *2.1. Иметь представление:*

- об основных электрофизических процессах в газовых, твердых и жидких диэлектриках приводящих к повреждению электрической изоляции под воздействием сильных электрических полей;
- о причинах возникновения и особенностях распространения грозовых и коммутационных перенапряжений в электрических цепях устройств электроснабжения;

### *2.2. Знать и уметь использовать:*

- основные свойства и электрические характеристики диэлектриков, применяющихся в качестве внешней изоляции устройств электроснабжения;
- основные виды и электрические характеристики диэлектриков, применяющихся в качестве внутренней изоляции устройств электроснабжения;
- элементы изоляционных конструкций устройств электроснабжения и способы регулирования электрического поля в них;
- способы ограничения перенапряжений, характеристики защитных аппаратов и устройств и их согласование с характеристиками защищаемых объектов;
- методы профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.

### *2.3. Иметь опыт:*

- оценки электрической прочности простейших изоляционных конструкций;
- оценки влияния условий эксплуатации на срок службы изоляции высоковольтного оборудования;
- оценки грозовых перенапряжений;
- расчета защиты объектов от прямых ударов молнии и защиты оборудования подстанций от набегающих импульсов грозовых перенапряжений;

- оценки состояния изоляции по результатам профилактического контроля.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	В том числе по семестрам	
		1	2
Аудиторные занятия:	12	12	
лекции	4	4	
лабораторные работы (лабораторный практикум)	8	8	
Самостоятельная работа 58		15	43
<b>ВСЕГО ЧАСОВ НА ДИСЦИПЛИНУ 70</b>		27	43
Текущий контроль		Лабораторные работы	Контрольная работа
Виды промежуточного контроля		Зачет	Зачет; зачет с оценкой

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Введение. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляций	1,0	2,0
2	Основные виды и электрические характеристики внутренней изоляций	1,0	2,0
3	Изоляционные конструкции устройств электроснабжения	0,5	2,0
4	Перенапряжение в электрических системах и их ограничение	1,0	
5	Методы профилактического контроля и испытания изоляций устройств электроснабжения	0,5	2,0

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1.

1.1. Роль ТВН в электрификации железнодорожного транспорта.

1.2. Общая характеристика внешней изоляции.

1.3. Электрофизические процессы в воздухе в сильных электрических полях приводящих к пробою.

1.4. Разряды в воздухе вдоль сухой и увлажненной поверхности твердых диэлектриков.

1.5. Меры, повышающие электрическую прочность внешней изоляции.

[6.1.1;6.1.2;6.1.4;6.1.5]

### Раздел 2.

2.1. Общая характеристика внутренней изоляции.

2.2. Основные виды внутренней изоляции и их электрическая прочность.

2.3. Меры, повышающие электрическую прочность и надежность внутренней изоляции.

[6.1.1;6.1.2;6.1.4;6.1.5]

### Раздел 3.

3.1. Общие требования к материалам изоляторов, их конструкции и типы.

3.2. Изоляционные конструкции воздушных линий и контактной сети.

3.2. Изоляционные конструкции силовых кабелей.

3.3. Изоляционные конструкции аппаратов и устройств.

3.4. Изоляция трансформаторов.

[6.1.2;6.1.4;6.1.5;6.1.8-6.1.10]

### Раздел 4.

4.1. Молния как источник грозовых перенапряжений.

4.2. Перенапряжения от прямых ударов молнии в устройства электроснабжения и ударов молнии вблизи воздушных линий и контактной сети.

4.3. Защита воздушных линий, контактной сети и подстанций от перенапряжений. Координация изоляции.

4.4. Перенапряжения переходного процесса при коммутациях

4.5. Защитные аппараты и устройства  
[6.1.1;6.1.3-6.1.5]

## Раздел 5.

5.1. Контроль изоляции: по интенсивности частичных разрядов; по величине тангенса угла диэлектрических потерь; с использованием явления абсорбции.

5.2. Типичные дефекты изоляции и старение изоляции устройств электроснабжения

5.3. Установки высокого переменного, постоянного импульсного напряжения

5.4. Способы измерения высокого напряжения

5.5. Методы испытания электрической прочности изоляции электрооборудования

5.6. Мероприятия по технике безопасности при испытании изоляции

[6.1.1 – 6.1.7;6.1.10]

## 4.3. Лабораторный практикум

Номер раздела дисциплины	Лабораторная работа
1	Изучение электрических разрядов в воздухе
2	Испытания электрической прочности твердых диэлектриков
2	Испытания электрической прочности трансформаторного масла
3	Исследование распределения напряжения по гирлянде изоляторов
5	Методы испытания высоковольтного электрооборудования и высоковольтные установки переменного и постоянного напряжения

## 4.4. Практические занятия

Не предусмотрены.

## 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Предусмотрено выполнение одной контрольной работы, которая состоит из четырех задач.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### *Основная*

6.1.1. Электрофизические основы техники высоких напряжений: Учеб. для вузов/ Под ред. И.П. Верещагина, В.П. Ларионова. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 543 с.

6.1.2. Харченко А.Ф. Техника высоких напряжений. Ч.1. Изоляция устройств электроснабжения электрических железных дорог: Уч. пос. – М.: МИИТ, 2010. – 166 с.

6.1.3. Егоров В.В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения в устройствах электрической тяги. Профилактические испытания изоляции: Уч. пос. – М.: Маршрут, 2004. – 188 с.

#### *Дополнительная*

6.1.4. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учеб. для вузов/ Под ред. В.П.Ларионова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.

6.1.5. Радченко В. Д. Техника высоких напряжений устройств электрической тяги. – М.: Транспорт, 1974. – 358 с.

6.1.6. Авруцкий В.А., Кужекин И.П., Чернов Е.Н. Испытательные и электрофизические установки. Техника эксперимента: Уч. пос. для втузов/ Под ред. И.П. Кужекина. – М.: МЭИ, 1983. -264 с.

6.1.7. Серебряков А.С. Техника высоких напряжений. Перенапряжение в электрических системах и защита от них. Уч. пос. – М.: РГОТУПС, 2000. – 120 с.

#### *Справочная*

6.1.8. Электротехнический справочник. Т.2. Электротехнические изделия и устройства/ Под ред. профессоров МЭИ. – М.: МЭИ, 2002. – 518 с.

6.1.9. Контактная сеть и воздушные линии. Нормативно-методическая документация по эксплуатации контактной сети и высоковольтным линиям: Справочник. Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД». –М.: ТРАНСИЗДАТ, 2004. – 568 с.

6.1.10. Правила устройств электроустановок. Разделы 1,2, 4. – 7-е изд. –М.: Из-во НЦ ЭНАС, 2004.

## 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

Лабораторные работы выполняются на базе высоковольтной установки типа АИМ-90 или с использованием «Видеоматериалов проведения лабораторных работ на высоковольтной установке». Часть работ выполняется на ПЭВМ с программной средой Electronics Workbench.

# **ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

Рабочая программа

Редактор Г.В. Тимченко

Компьютерная верстка Е. В. Ляшкевич

---

Тип. зак.

Изд. зак. 57

Тираж 300 экз.

Подписано в печать 28.01.11

Гарнитура NewtonС

Ризография

Усл. печ. л. 0,75

Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

---

Редакционный отдел

Информационно-методического управления РОАТ,

125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати

Информационно-методического управления РОАТ,

125993, Москва, Часовая ул., 22/2