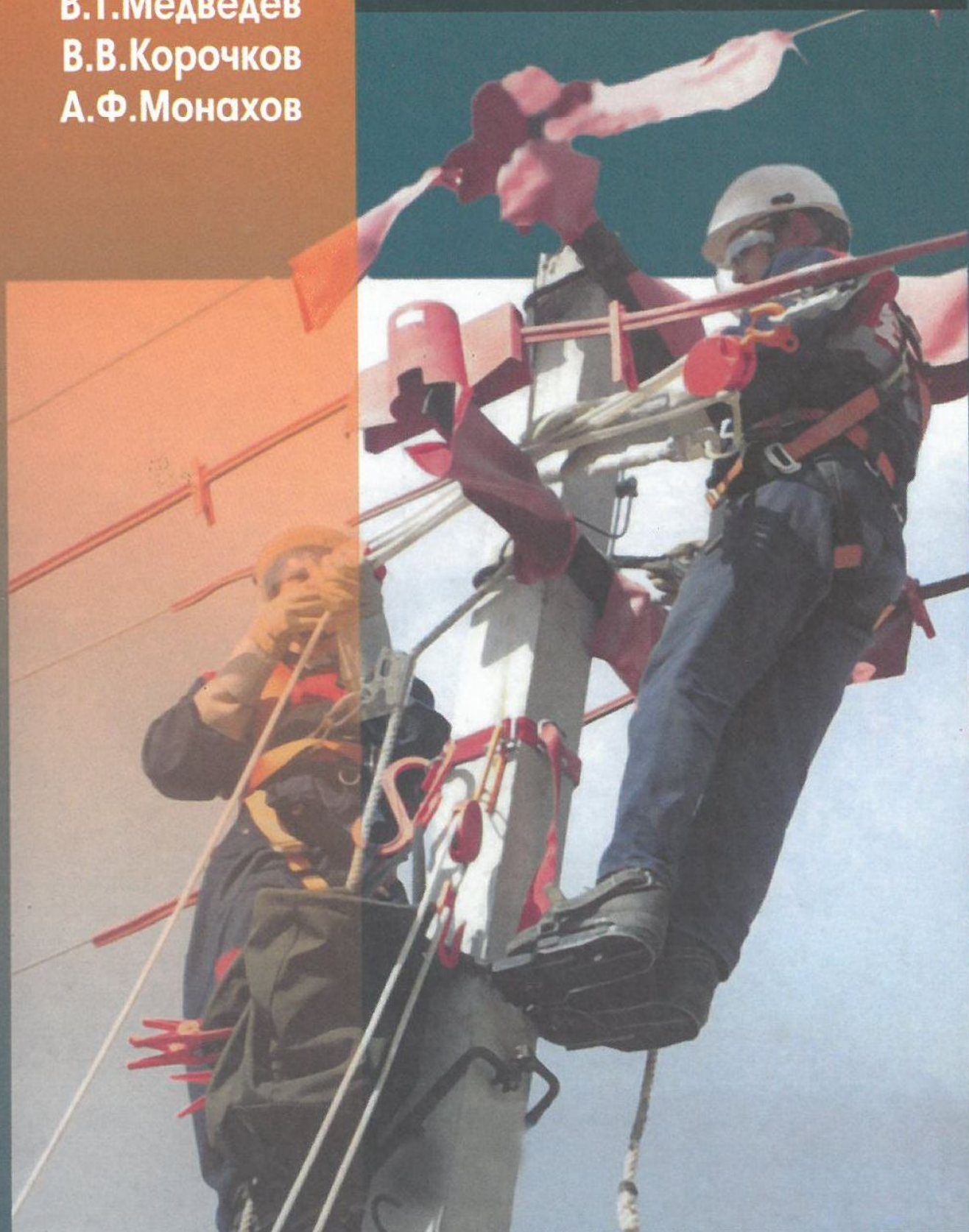


ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

П.А.Долин
В.Т.Медведев
В.В.Корочков
А.Ф.Монахов

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА



П.А.Долин, В.Т.Медведев,
В.В.Корочков, А.Ф.Монахов

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Под редакцией
профессора В.Т. Медведева

Допущено УМО по образованию в области энергетики
и электротехники в качестве учебного пособия для студентов
учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки
«Энергомашиностроение», «Электротехника, электромеханика
и электротехнологии», «Электроэнергетика»,
«Теплоэнергетика»

Москва
Издательский дом МЭИ
2008

УДК 621.3
ББК 31.29н
Э 455

Подготовлено на кафедре «Инженерная экология и охрана труда»

Рецензенты:

Ведущий эксперт Дирекции технического регулирования и экологии
ОАО «ФСК ЕЭС», канд. техн. наук М.В. Демин,
докт. биол. наук, проф. В.С. Малышев

Электробезопасность. Теория и практика: учебное пособие
Э 455 для вузов / П.А. Долин, В.Т. Медведев, В.В. Корочков,
А.Ф. Монахов; под ред. В.Т. Медведева. — 2-е изд., перераб. и
доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 272 с.

ISBN 978-5-383-00273-5

На примере задач рассматриваются действие тока на человека, способы организации безопасной эксплуатации электроустановок. Большинство задач основано на результатах анализа реальных случаев. По каждой теме приводятся ответы и решение одной из задач. Приложения содержат теоретические сведения и справочные материалы.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Энергомашиностроение», «Электротехника, электромеханика, электротехнологии», «Электроэнергетика», «Теплоэнергетика», а также по специальности «Безопасность жизнедеятельности».

УДК 621.3
ББК 31.29н

ISBN 978-5-383-00273-5

© П.А. Долин, В.Т. Медведев,
В.В. Корочков, А.Ф. Монахов, 2008

© ЗАО «Издательский дом МЭИ», 200

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Тема 1. Одиночные заземлители (электроды)	7
Теоретические вопросы	7
Шаровой заземлитель в земле на большой глубине	7
Шаровой заземлитель вблизи поверхности земли	8
Стержневой заземлитель	10
Определение сопротивления заземлителей растеканию тока методом электростатической аналогии	12
Примеры решения задач. Одиночные заземлители (электроды)	14
Задачи для самостоятельного решения. Одиночные заземлители (электроды)	17
Тема 2. Простые групповые заземлители	23
Теоретические вопросы	23
Распределение потенциала на поверхности земли	23
Сопротивление группового заземлителя растеканию тока	28
Примеры решения задач. Простые групповые заземлители	30
Задачи для самостоятельного решения. Простые групповые заземлители	35
Тема 3. Анализ опасности поражения током в электрических сетях	38
Теоретические вопросы	38
Примеры решения задач. Анализ опасности поражения током в электрических сетях	48
Задачи для самостоятельного решения. Анализ опасности поражения током в электрических сетях	56
Тема 4. Электрическое поле промышленной частоты (50 Гц)	60
Теоретические вопросы	60
Примеры решения задач. Электрическое поле промышленной частоты (50 Гц)	72
Задачи для самостоятельного решения. Электрическое поле промышленной частоты (50 Гц)	80
Тема 5. Работы пофазные и под напряжением выше 1000 В	83
Теоретические вопросы	83
Примеры решения задач. Работы пофазные и под напряжением выше 1000 В	91
Задачи для самостоятельного решения. Работы пофазные и под напряжением выше 1000 В	99

Тема 6. Несчастные случаи с людьми от электрического тока без летального исхода	102
Теоретические вопросы.....	102
Определение напряжения прикосновения при одиночном и групповом заземлителях.....	102
Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе.....	103
Напряжение прикосновения при групповом заземлителе.....	105
Напряжение прикосновения с учетом падения напряжения в сопротивлении основания, на котором стоит человек.....	107
Примеры решения задач. Несчастные случаи с людьми от электрического тока без летального исхода.....	109
Задачи для самостоятельного решения. Несчастные случаи с людьми от электрического тока без летального исхода.....	121
Тема 7. Несчастные случаи с людьми от электрического тока с летальным исходом	124
Теоретические вопросы.....	124
Напряжения шага.....	124
Напряжение шага при одиночном заземлителе.....	125
Напряжение шага при групповом заземлителе.....	127
Напряжение шага с учетом падения напряжения в сопротивлении основания, на котором стоит человек.....	128
Примеры решения задач. Несчастные случаи с людьми от электрического тока с летальным исходом.....	130
Задачи для самостоятельного решения. Несчастные случаи с людьми от электрического тока с летальным исходом.....	150
Тема 8. Защитное заземление	155
Теоретические вопросы.....	155
Типы заземляющих устройств.....	156
Выполнение заземляющих устройств.....	159
Примеры решения задач. Защитное заземление.....	165
Задачи для самостоятельного решения. Защитное заземление.....	173
Тема 9. Защитное зануление	182
Теоретические вопросы.....	182
Примеры решения задач. Защитное зануление.....	195
Задачи для самостоятельного решения. Защитное зануление.....	204
Тема 10. Устройство защитного отключения (УЗО) на дифференциальном токе	208
Теоретические вопросы.....	208
Принцип действия УЗО.....	208
Нормируемые параметры УЗО.....	212
Классификация УЗО.....	215
Применение УЗО при различных системах заземления.....	221

Системы заземления TN-C, TN-S, TN-C-S	221
Система заземления TT	224
Система заземления IT	226
Примеры решения задач. Устройство защитного отключения (УЗО) на дифференциальном токе	227
Тема 11. Разное	238
Теоретические вопросы	238
Примеры решения задач. Разное	250
Задачи для самостоятельного решения. Разное	255
Приложение	259
Таблица П1. Термины и определения	259
Таблица П2. Формулы для вычисления емкостей некоторых уединенных проводников в однородной среде	262
Таблица П3. Формулы для вычисления сопротивлений некоторых оди- ночных заземлителей (электродов) растеканию тока в однородной земле	263
Таблица П4. Признаки климатических зон для определения коэффициентов сезонности ψ	265
Таблица П5. Коэффициенты сезонности ψ для однородной земли	265
Таблица П6. Коэффициенты сезонности ψ для слоя сезонных изменений в многослойной земле	266
Таблица П7. Приближенные значения расчетных полных сопротивлений z_r , Ом, обмоток масляных трехфазных трансформаторов	266
Таблица П8. Активные r_ω и внутренние индуктивные x_ω сопротивления стальных проводников при переменном токе (50 Гц), Ом/км	267
Таблица П9. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения $U_{пр}$ и токов I_h , проходящих через человека, при аварийном режиме производ- ственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью [7] ...	268
Библиографический список	269

Учебное издание

**Долин Петр Алексеевич
Медведев Виктор Тихонович
Корочков Виктор Валентинович
Монахов Александр Федорович**

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Учебное пособие для вузов

*Редактор Г.Ф. Раджабова
Технический редактор Т.А. Дворецкова
Переплет А.Ю. Землеруба
Корректор В.В. Сомова
Компьютерная верстка М.Н. Маркиной*

Подписано в печать с оригинала-макета 07.11.08
Бумага офсетная Гарнитура Таймс
Усл. печ. л. 15,8 Усл.-кр. отт. 17,0
Тираж 1000 (2-й завод 501—1000) экз.

Формат 60×84/16
Печать офсетная
Уч.-изд. л. 15,8
Заказ 4475—08

ЗАО «Издательский дом МЭИ», 111250, Москва, Красноказарменная ул. 14
тел/факс: (495) 361-1681, адрес в Интернет: <http://www.mpei-publishers.ru>,
электронная почта: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru

Отпечатано в 12-й центральной типографии МО
119019, Москва, Староваганьковский пер., д. 17

Впервые в отечественной и зарубежной практике подготовки специалистов-энергетиков в настоящее учебное пособие по электробезопасности включено около ста задач с решениями, составленных на основе анализа реальных ситуаций, имевших место на производстве и в быту.

Теоретические основы электробезопасности, изложенные в учебном пособии, позволяют самостоятельно решать широкий спектр аналогичных задач, в том числе и предложенных авторами.

Учебное пособие предназначено для преподавателей и студентов различных вузов; книга представляет также несомненный интерес для специалистов-электротехников, электроэнергетиков и др.

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

