



В.И. Кравченко

# МОЛНИЯ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ  
ФАКТОРЫ И ИХ  
ПОРАЖАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ  
НА ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Харьков-2010

Министерство образования и науки Украины

Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

**В.И. Кравченко**

# **МОЛНИЯ**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ  
ФАКТОРЫ И ИХ  
ПОРАЖАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА  
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

Харьков 2010

ББК 32.844  
К78  
УДК 621.396.6

Рецензент *А.А. Щерба*, чл.-кор. НАН Украины, д-р. техн. наук, проф.,  
лауреат Государственной премии Украины, зав. отделом  
электропитания технических систем  
Института электродинамики НАН Украины

Публикується по рішенняу Ученого совета НТУ «ХПИ» (протокол № 3 от 6 апреля 2010 г.)

**Кравченко В.І.**

К78 Блискавка. Електромагнітні фактори і їх вражаючі впливи на технічні засоби. -  
Харків: Видавництво "НТМТ", 2010. - 292 с. - Рос. мов.

Розглянуто процеси формування грозових явищ і наведено сучасну класифікацію видів блискавок. Містяться матеріали щодо визначення параметрів грозової електромагнітної обстановки й номенклатури зовнішніх вражальних чинників електромагнітного поля грозових розрядів. Наведено методики й надано опис сучасного високовольтного обладнання для проведення випробувань технічних засобів на відповідність вимогам грозостійкості.

Для інженерно-технічних працівників, що розробляють і експлуатують технічні засоби й студентів відповідних спеціальностей. Також книга може бути корисна широкому колу читачів.

Ил. 156. Табл. 22. Бібліогр.: 120 назв.

**Кравченко В.И.**

К78 Молния. Электромагнитные факторы и их поражающее воздействие на технические средства. - Харьков: Изд-во - "НТМТ". 2010. - 292 с. - На рус. яз.

Рассмотрены процессы формирования грозовых явлений и дана современная классификация видов молний. Содержатся материалы по определению параметров грозовой электромагнитной обстановки и номенклатуре внешних поражающих воздействующих факторов электромагнитного поля грозовых разрядов. Приведены методики и дано описание современного высоковольтного оборудования для проведения испытаний технических средств на соответствие требованиям грозостойкости.

Для инженерно-технических работников, разрабатывающих и эксплуатирующих технические средства и студентов соответствующих специальностей. Также книга может быть полезна широкому кругу читателей.

Ил. 156. Табл. 22. Библиогр.: 120 наим.

**ББК 32.844**

ISBN 978-617-578-005-3

© В.И. Кравченко, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Предисловие</i> .....	6
<i>Введение</i> .....	7
<b>Глава 1. Грозовые разряды, их классификация и основные характеристики</b> .....	11
1.1 Этапы процесса формирования грозových явлений.....	11
1.1.1 Стадии развития грозových облаков.....	14
1.1.2 Физические характеристики грозových облаков.....	18
1.1.3 Электрическая структура грозového облака.....	20
1.2 Классификация грозových разрядов.....	27
1.2.1 Огни святого Эльма.....	33
1.2.2 Линейная молния.....	35
1.2.3 Четочная молния.....	43
1.2.4 Шаровая молния.....	45
1.2.5 Сверхмолнии.....	50
1.3 Наземные линейные молнии «облако-земля».....	52
1.3.1 Линейная молния отрицательной полярности.....	53
1.3.2 Линейная молния положительной полярности.....	59
<b>Глава 2. Поражающие электромагнитные факторы наземной линейной молнии</b> .....	60
2.1 Грозовая электромагнитная обстановка.....	60
2.1.1 Основные составляющие грозовой электромагнитной обстановки.....	60
2.1.2 Параметры тока нисходящей наземной молнии отрицательной полярности.....	64
2.1.3 Параметры грозových электромагнитных полей.....	72
2.2 Структура грозových электромагнитных полей.....	80
2.2.1 Электрические поля предразрядного периода.....	80
2.2.2 Электромагнитные поля главной стадии разряда молнии.....	85
2.2.3 Параметры ГЭМО в аспектах обеспечения требований электромагнитной стойкости ТС.....	96
2.3 Номенклатура и параметры ВВФ ЭМП грозových разрядов.....	108
<b>Глава 3. Поражающее воздействие молнии на технические средства</b> .....	112
3.1 Грозовые повреждения ТС.....	112

3.1.1	Объекты ракетно-космической техники.....	113
3.1.2	Авиационная техника.....	117
3.1.3	Атомные электростанции и Единые энергетические системы.....	122
3.1.4	Системы добычи, транспортировки и хранения нефти- и газопродуктов.....	131
3.2	Поражающее воздействие грозовых разрядов на ТС.....	133
3.3	Поражающее воздействие токов молнии на ТС.....	135
3.3.1	Поражающие параметры тока молнии.....	135
3.3.2	Основные виды разрушающих воздействий тока молнии.....	136
3.4	Влияния прямых ударов молнии на ТС.....	144
3.4.1	Удар молнии в летательные аппараты.....	144
3.4.2	Удар молнии в высоковольтные ЛЭП.....	149
3.4.3	Удар молнии в антенны, радио- и осветительные мачты.....	153
3.4.4	Удар молнии в подземные кабельные линии связи.....	154
3.5	Электромагнитные влияния молнии на ТС.....	159
3.5.1	Электромагнитные влияния молний по антенно-фидерным трактам.....	159
3.5.2	Электромагнитные влияния молнии на внутрисистемные контуры зданий и сооружений.....	165
3.5.3	Электромагнитные влияния молний на высоковольтные ЛЭП.....	167
3.5.4	Электромагнитные влияния молний на подземные кабельные линии связи.....	172
3.5.5	Гальванические влияния токов молнии через системы заземления ТС.....	174

**Глава 4. Испытания технических средств на соответствие требованиям грозостойкости.....**

4.1	Виды испытаний ТС на грозостойкость.....	175
4.2	Нормативные документы в области обеспечения требований грозостойкости ТС.....	178
4.3	Нормированные значения основных форм и амплитудно-временных параметров ВВФ токов и напряжений грозовых разрядов прямого поражения ТС.....	181
4.3.1	Нормированные значения форм и амплитудно-временных параметров испытательных импульсов высокого напряжения.....	183
4.3.2	Нормированные значения форм и амплитудно-временных параметров тока молнии полного воспроизведения.....	185

4.3.3	Нормированные значения форм и амплитудно-временных параметров тока молнии частичного воспроизведения.....	187
4.4	Нормированные значения основных форм и амплитудно-временных параметров ВВФ ЭМП грозовых разрядов.....	193
4.5	Нормированные значения основных форм и амплитудно-временных параметров токов и напряжений, возникающих в опасных трактах ТС при воздействии грозовых разрядов.....	197
4.6	Методы проведения испытаний ТС на соответствие требованиям грозостойкости.....	201
4.6.1	Методы испытаний высоким импульсным напряжением.....	201
4.6.2	Методы испытаний токами молнии.....	209
4.6.3	Методы проведения испытаний оборудования и систем ТС имитированием кондуктивных помех в опасных трактах.....	214
4.7	Испытательное высоковольтное оборудование.....	218
4.7.1	Генераторы импульсных напряжений.....	218
4.7.2	Генераторы импульсных токов.....	221
4.7.3	Генераторы импульсных электромагнитных полей.....	223
4.7.4	Генераторы наведенных напряжений и токов в опасных трактах ТС.....	228
4.8	Метрологическое обеспечение испытаний ТС на соответствие требованиям грозостойкости.....	238
4.8.1	Методы измерения высоких импульсных напряжений.....	239
4.8.2	Методы измерения больших импульсных токов.....	245
4.8.3	Методы измерения импульсных электрических и магнитных полей.....	255
4.8.4	Особенности измерения электрических и магнитных полей в корпусах-экранах ТС.....	263
4.8.5	Методы измерения токов и напряжений, возникающих в опасных трактах ТС.....	265
4.8.6	Обеспечения помехозащищенности измерительных трактов при тестировании линий связи ТС.....	267
4.8.7	Аттестация измерительных средств.....	270
<b>Приложение</b> Молнии негрозового происхождения.....		279
<b>Список литературы</b> .....		283