

**Г. Г. Угаров, Н. Ю. Шевченко,
Ю. В. Лебедева, А. Г. Сошинов**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
НАПРЯЖЕНИЕМ 110-220 кВ
В ГОЛОЛЕДНЫХ РАЙОНАХ**

Монография

Москва • 2013

УДК 621.315.17
ББК 31.279
П 42

Рецензенты:

*Ерошенко Геннадий Петрович –
доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация электрооборудования и электрические машины», СГАУ им. Н.И. Вавилова;*

*Иващенко Владимир Андреевич –
доктор технических наук, старший научный сотрудник Института проблем точной механики и управления Российской Академии наук.*

П 42 Повышение эффективности воздушных линий электропередачи напряжением 110-220 кв в гололедных районах: монография [текст] / Г.Г. Угаров, Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, А.Г. Сошинов. – М.: Издательство «Перо», 2013. – 186 с.

ISBN 978-5-91940-839-0

Рассмотрены особенности проектирования, сооружения и эксплуатации воздушных линий (ВЛ) электропередачи в гололедных районах. Предложены концепции развития ВЛ в гололедно-ветровых условиях и их математические модели. Разработана методика многокритериального выбора оптимального варианта реконструкции ВЛ, работающих в сложных метеорологических условиях, позволяющая принимать обоснованные решения и осуществлять выбор инвестиционных проектов реконструкции ВЛ.

Монография предназначена для специалистов, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией воздушных линий электропередачи, может быть использована в вузах с электроэнергетическими специальностями и центрах подготовки кадров энергосистем.

ISBN 978-5-91940-839-0

УДК 621.315.17
ББК 31.279
П 42

© Г.Г. Угаров, Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, А.Г. Сошинов., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

5	ПРЕДИСЛОВИЕ
	ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ, И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЛ В ГОЛОЛЕДНЫХ РАЙОНАХ
7	1.1. Требования правовых и технических документов к надежности электрических сетей высокого напряжения
8	1.2. Техническое состояние находящихся в эксплуатации воздушных линий электропередачи высокого напряжения
13	1.3. Показатели надежности воздушных линий электропередачи
15	1.4. Анализ отказов воздушных линий электропередачи
19	1.5. Влияние метеоусловий на надежность ВЛ
23	1.6. Надежность элементов ВЛ
27	1.7. Повышение надежности воздушных линий электропередачи на стадии проектирования и сооружения
	ГЛАВА 2. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ВЛ С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ МЕТЕОВОЗДЕЙСТВИЯМ
33	2.1. Опоры
37	2.2. Провода ВЛ
41	2.3. Арматура
41	2.4. Изоляторы
	ГЛАВА 3. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
44	3.1. Решения оптимизационных задач в многокритериальной постановке
46	3.2. Обоснование алгоритма выбора оптимального решения по многокритериальной модели
51	3.3. Оптимизационная модель реконструкции ВЛЭП в экстремальных метеорологических условиях
51	3.3.1. Выбор целей и формирование системы частных критериев
54	3.4. Разработка вариантов реконструкции ВЛ
62	3.5. Оценка ожидаемых механических нагрузок на провода ВЛ
66	3.5.1. Исходные эксплуатационные механические нагрузки.
71	3.5.2. Ожидаемые ветровые нагрузки
73	3.5.3. Ожидаемые нагрузки от отложений различных видов

78	3.5.4. Ожидаемые гололедно-ветровые нагрузки
85	3.6. Аналитические модели показателей технической эффективности и безопасности
93	3.7. Аналитическая модель показателя экономической эффективности
100	3.8. Представление развития электрических нагрузок систем электроснабжения как фактор неопределенности
102	3.9. Приведение многокритериальной задачи оптимизации к однокритериальной
109	3.10. Экономическое обоснование проектных решений
	ГЛАВА 4. КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ВЛ
113	4.1. Анализ концепций развития ВЛ
121	4.2. Выбор целей и формирование системы частных критериев
125	4.3. Разработка вариантов развития ВЛ 110 кВ по разным концепциям
129	4.4. Расчет ожидаемых механических нагрузок на провода ВЛ
145	4.5. Оценка показателей надежности
	ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕПЦИЙ РАЗВИТИЯ ВЛ 110-220 кВ
150	5.1. Обоснование метода оптимизации вариантов развития ВЛ, работающих в экстремальных метеоусловиях
152	5.2. Алгоритм решения многокритериальной задачи оптимизации вариантов развития ВЛ
155	5.3. Выбор оптимального варианта развития ВЛ 110-220кВ, работающих в экстремальных метеоусловиях
159	5.4. Оценка экономической эффективности проекта
166	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
177	ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В электроэнергетике России, играющей одну из главных ролей в её экономике, в настоящее время стоят острые проблемы повышения надёжности и качества функционирования до мировых стандартов. Без решения этих сложных задач невозможна интеграция российской энергетики в мировую Единую энергосистему.

Развитие электрических сетей является одним из важнейших показателей уровня электроэнергетики. Наиболее ответственным и в то же время в большей степени уязвимым звеном электрической сети являются воздушные линии (ВЛ) электропередачи. Ухудшение технического состояния ВЛ в последние десятилетия является одной из основных причин роста их повреждаемости. Положение усугубляется воздействием гололёдно-ветровых нагрузок на все элементы воздушных линий электропередачи.

Износ воздушных линий электропередачи напряжением 110-500 кВ составляет примерно 60%, а уровень отказов за последние 40 лет возрос в 1,9-2 раза и обусловлен старением материалов и климатическими воздействиями (38%).

Для эффективной работы ВЛ необходима их модернизация и реконструкция, а дальнейшее развитие электросетевого хозяйства, связанное со строительством новых воздушных линий электропередачи, требует выбора концепций их развития. Для рассмотрения этих вопросов изложены особенности проектирования, сооружения и эксплуатации ВЛ в гололедных районах. С этой целью проанализированы причины отказов воздушных линий электропередачи, характер воздействий критических метеорологических условий на их элементы и определены технические решения повышения надёжности ВЛ, работающих в сложных метеоусловиях.

На основе решения многокритериальной задачи выявлены оптимальные варианты реконструкции и развития воздушных линий электропередачи в условиях гололёдно-ветровых нагрузок, что позволяет принимать обоснованные решения по выбору соответствующих инвестиционных проектов.

Авторы надеются, что основные положения, изложенные в монографии, будут востребованы специалистами в области проектирования, строительства и эксплуатации воздушных линий электропередачи в гололедных районах.

Авторы выражают признательность рецензентам за полезные замечания и рекомендации, которые способствовали улучшению содержания книги.

Свои замечания и пожелания читатели могут направлять по адресу:
Тел.: (884457) 9-54-29; 8-927-533-91-07
Факс: (84457) 9-43-62
E-mail: LebedevaJulija1@yandex.ru