

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

УДК 621.315

На правах рукописи

АБИТАЕВА РАХИМАШ ШАНРАКБАЕВНА

**Повышение надежности воздушных линий электропередач сверхвысокого
напряжения в условиях воздействия гололедно-ветровых нагрузок**

6D071800 – Электроэнергетика

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научный консультант
доктор технических наук,
профессор
А.Б. Бекбаев

Зарубежный научный консультант
доктор технических наук,
профессор
В.В. Титков

Республика Казахстан
Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	10
1.1 Основные сведения о пляске проводов и гололедообразовании.....	10
1.2 Современное состояние и постановка задач.....	17
1.3 Основные характеристики и причины пляски проводов.....	25
Выводы по первому разделу.....	30
2 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ	32
2.1 Возникновение и интенсивность пляски в зависимости от скорости ветра.....	32
2.2 Анализ продолжительности пляски проводов.....	35
2.3 Анализ последствий пляски проводов на воздушных линиях.....	40
Выводы по второму разделу	42
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ РАСЩЕПЛЕННОЙ ФАЗЫ.....	44
3.1 Исследование пляски проводов расщепленной фазы	44
3.2 Свободное крутильное колебание расщепленного провода ВЛ.....	49
3.2.1 Уравнение крутильного движения расщепленного провода.....	49
3.3 Собственные частоты поперечного и крутильного движения расщепленного провода.....	53
3.4 Крутильная жесткость расщепленной фазы.....	54
Выводы по третьему разделу.....	56
4 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛЯСКИ ПРОВОДОВ	58
4.1 Характеристика сил, действующих на провод при пляске	58
4.2 Математическая модель пляски расщепленной фазы без учета движения гирлянды изоляторов.....	60
4.3 Математическая модель пляски расщепленной фазы с учетом движения гирлянды изоляторов.....	73
4.4 Диапазон ожидаемой интенсивности пляски и влияние скорости ветра при изменении длины пролета.....	80
4.5 Методы борьбы с пляской проводов.....	89
4.5.1 Анализ активных мер по борьбе с пляской проводов.....	89
4.5.2 Анализ пассивных мер по борьбе с пляской проводов.....	92
4.5.3 Разработка полезной модели (патент) по борьбе с пляской проводов.....	96
Выводы по четвертому разделу.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	104
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Патент.....	112