

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ DALI НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА...	87
Е.С. Бондарчук	87
Научный руководитель – Т.М. Жуковская, преподаватель	87
КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ	97
Е. О. ЛУГАВЦОВ, А.Д. БОБКО	97
Научный преподаватель – С.В. КОНСТАНТИНОВА, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	97
АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ВО ВНУТРЕННЕМ ОСВЕЩЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	101
П.А. ЧИБИСОВА, Д.В. БЕРДОВСКИЙ	101
Научный руководитель – В.Н. КАЛЕЧИЦ, К.Т.Н.,	101
ВЫБОР КОНФИГУРАЦИИ ЛИНИИ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СРАВНИТЕЛЬНЫХ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ СВЕТИЛЬНИКОВ	107
А.Д. БОБКО, Е.О. ЛУГАВЦОВ	107
Научный руководитель – КАЛЕЧИЦ В. Н., К.Т.Н.	107
РАЗВИТИЕ МИНСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	111
Я.В.ТИБЕЖ	111
Научный руководитель – Е.А. ДЕРЮГИНА, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	111
СОВРЕМЕННЫЕ КИТАЙСКИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ	115
Чжан Чжэнь	115
Научный руководитель – Е. А. ДЕРЮГИНА, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	115
ПИКОВО-РЕЗЕРВНЫЙ ЭНЕРГОИСТОЧНИК	119
Н.А. ПОПОВ	119
Научный руководитель – Климович П.И., старший преподаватель	119
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	124
В.И. Глушич, Д.А. Власовец	124
Научный руководитель – Артёменко К.И., старший преподаватель	124
ПРОИЗВОДСТВО И ВЫДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ	127
К. Д. ДЕНИСЕНКОВ, А. М. МАЛАЙЧУК	127
Научный руководитель – В. А. БУЛАТ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	127
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ	131
К.И. Курилович, Д.С. Антонович	131
Научный руководитель – Артёменко Е.А., ассистент	131
РЕЗИСТИВНО ЗАЗЕМЛЁННАЯ НЕЙТРАЛЬ В ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	135
М.В. УЛАСЕВИЧ, А.С. МИСУНО	135
Научный руководитель – А.Г. ГУБАНОВИЧ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	135
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ	140
И.С. ЯСКОВЕЦ, Д.С. ЧУРКО	140
Научный руководитель – В.Ю. РУМЯНЦЕВ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	140
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ	144
Д.Г. ЯЦУХНО	144
Научный руководитель – Я.В. ПОТАЧИЦ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	144
СРАВНЕНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПЛОСКИМ ВЕРТИКАЛЬНЫМ И ПАРАБОЛИЧЕСКИМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРОВОДОВ В ФАЗЕ	147
С.Ю. ПАНШИН, Д.В. ТЕЛИЦА	147
Научный руководитель – А.Л. СТАРЖИНСКИЙ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	147
СРАВНЕНИЕ ОДНОЦЕПНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 220 КВ С ТРЕХКОАКСИАЛЬНЫМИ РАДИАЛЬНЫМИ СХЕМАМИ С ТРЕМЯ И ШЕСТЬЮ ПРОВОДАМИ В ФАЗЕ	151
И.Н. АДАМОВИЧ, К.Д. СЫРЦОВ	151
Научный руководитель – А.Л. СТАРЖИНСКИЙ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ	151

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПАКТНОЙ ЛИНИИ НА ИТОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	154
К.В. РАЙСКАЯ	154
Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент	154
СОВРЕМЕННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	158
Э.Д. МАЦУЛЕВИЧ, А.М. ТАРАСОВА	158
Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент	158
ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА КОРОНУ.....	162
И.В. Прилуцкий	162
Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к. т. н., доцент.....	162
РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ С ВОЗНОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ	165
Э.В. ШЕКОЛАЙТ	165
Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент	165
НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ	170
В.В. Смоленский, Д.В. Полонский	170
Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент	170
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	173
К.И. Курилович, Д.Г. Яцухно	173
Научный руководитель – Ю. В. Суходолов, доцент	173
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ УЗЛА НАГРУЗКИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ DQ/DE	177
А.А. Кандыбович	177
Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель	177
ВЛИЯНИЕ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА РЕЖИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ.....	181
Е.Д. БАЛАНЮК	181
Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель	181
АНАЛИЗ РАСЧЕТА РЕЖИМА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ, НЕОБРАЩЕННОЙ И ОБРАЩЕННОЙ ФОРМ УРАВНЕНИЙ УЗЛОВЫХ НАПРЯЖЕНИЙ	186
А.А. СТАШЕВСКИЙ	186
Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель	186
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЬЮТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА УТЯЖЕЛЕННЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ. АНАЛИЗ МАТРИЦ ЯКОБИ В ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМАХ.....	190
К.Е. ЛАТЫШЕНКО	190
Научный руководитель - А.А. Волков, старший преподаватель	190
ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В АККУМУЛЯТОРАХ. ЗАЩИТА ОТ СКАЧКОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ АККУМУЛЯТОРА.....	194
Д.А. СТЕПАНОВ, Д.С. ЧУРКО	194
Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель	194
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ	199
Сидоренко И.С.	199
Научный руководитель – Ринговский И.А., ассистент	199
НАУЧНЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ НИКОЛЫ ТЕСЛЫ	203
Д.Р. ЛУПАЧ	203
Научный руководитель - В.В. Зеленко, старший преподаватель	203
ИСТОРИЯ МАЙКЛА ФАРАДЕЯ И ЕГО НЕЗАМЕНИМЫЙ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ НАУКИ	207
Н. Г. ЮРКЕВИЧ	207
Научный руководитель – В.В. Зеленко, старший преподаватель	207
ИННОВАЦИОННЫЕ ФЕРРОМАГНЕТИКИ	211
И.В. Прилуцкий	211
Научный руководитель – Е.В. Бондарёнок, старший преподаватель.....	211

СХЕМЫ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ	215
А.И. Чечет, Д.А. Сиваков.....	215
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	215
ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКЕ	220
А.К. Мартынов	220
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	220
ИНВЕРТОРЫ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ	225
Д.А. Карпейчик, В.В. Ляхович.....	225
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	225
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ.....	233
П.С. Барщевская, В.А. Зарецкая	233
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	233
ДАТЧИКИ ДВИЖЕНИЯ И ФОТОДАТЧИКИ. ФОТОДИОД.	240
Р.С. Молчан, Н.Ю. Кратик.....	240
Научный руководитель – Жуковской Т.Е, старший преподаватель.....	240
ТИРИСТОРНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ МОЩНОСТИ.....	249
П.А. Пашкевич	249
Научный руководитель – Жуковской Т.Е, старший преподаватель.....	249
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ.....	263
Н.С. Макаренко, Я.А. Субоч	263
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская,.....	263
КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРОВ И СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	269
А.Д. Чубукова	269
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	269
ДИАГНОСТИКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	275
А.Н. Лесота, А.Д. Котов	275
Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель.....	275

УДК 621.311

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ CONDITION MONITORING OF ELECTRICAL EQUIPMENT

П.А. Чибисова, Д.В. Бердовский

Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент,
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

P. Chibisova, D. Berdovskiy

Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье описываются методы контроля состояния электрооборудования, рассматриваются приборы.

Abstract: This article explores methods for monitoring the condition of electrical equipment, as well as the instrumentation involved.

Ключевые слова: контроль, методы, электрооборудования.

Keywords: monitoring, methods, electrical equipment

Введение

Современное электрооборудование является ключевым элементом бытовых и промышленных систем. Контроль технического состояния электрооборудования – это проверка параметров электрооборудования на соответствия требованиям нормативной и конструкторской документации. Эффективный контроль состояния электрооборудования позволяет снизить эксплуатационные расходы, повысить надёжность работы электрооборудования, предотвратить аварии.

Основная часть

Контроль состояния электрооборудования включает в себя мониторинг основных параметров и диагностику на наличие неисправностей и причин их возникновения. Своевременный контроль состояния электрооборудования позволяет избежать сбоев в работе электрооборудования, предотвратить аварии, снизить эксплуатационные расходы.

Согласно классификации методы контроля состояния электрооборудования можно разделить на две группы: методы разрушающего контроля состояния и методы неразрушающего контроля состояния электрооборудования. Разрушающие методы контроля состояния электрооборудования предполагает проверку путём повреждения или разрушения, что позволяет получить очень точные данные, но его применение крайне ограничено, так как может приводить к повреждению компонентов. Разрушающий контроль обычно применяется в лабораторных условиях и с крайне малым количеством образцов из-за своей дороговизны и опасности.

Неразрушающие методы контроля состояния электрооборудования обеспечивает возможность диагностики без их разрушения или повреждения, сохраняя целостность и работоспособность объекта. Основной целью данного контроля является своевременное выявление дефектов и повреждений, ухудшающих экс-

платационные характеристики, и предотвращение аварийных ситуаций. Данные методы контроля являются наиболее распространёнными, экономичными и безопасными.

Рассмотрим основные методов неразрушающего контроля состояния электрооборудования:

1. Визуальный осмотр.

Является одним из наиболее простых и эффективных методов контроля состояния электрооборудования, и основан на визуальном осмотре внешнего состояния оборудования без применения сложных измерительных приборов (рисунок 1). Проведение осмотров позволяет выявить неисправности (коррозия, трещины, повреждение изоляции и т.д.) на ранних стадиях и предотвратить их развитие. Данный метод часто применяется с другими неразрушающими методами контроля состояния с помощью специализированного оборудования для более точного исследования [1].



Рисунок 1 — Визуальный осмотр

2. Термография.

Данный метод основывается на измерении теплового излучения поверхности электрооборудования с помощью датчиков, тепловизоров или ультрафиолетовых камер (рисунок 2). Инфракрасные камеры фиксируют тепловое излучение объектов, преобразуя его в видимое изображение. Температура отображается в различных цветах, что позволяет быстро выявить проблемные участки. Этот метод позволяет своевременно обнаружить изоляционные повреждения, перегрев, несбалансированность фаз, короткое замыкание.



Рисунок 2 —Ультрафиолетовая камера SogoCAM 8

3.Электрическая диагностика.

Данный метод основывается на измерении электрических характеристик оборудования (утечка тока, сопротивление изоляции, потери мощности, диэлектрическая проницаемость, и т.д.). Измерение параметров производится с помощью мультиметров (рисунок 3), осциллографов и иных приборов. Метод электрической диагностики позволяет проверить качество контактов, проводников, изоляции и других элементов [2, 3].



Рисунок 3 —Мультиметр цифровой с индуктивностью MULTICONM52H

4.Вибрационная диагностика.

Данный метод основывается на измерении колебаний оборудования при помощи виброметров (рисунок 4) или акселерометров. Этот метод позволяет выявлять наличие износов, несоосности, зазоров, несбалансированности или другие неисправности. Главной целью данного метода является обеспечение надёжности и безопасности работы электрооборудования, снижение вероятности его поломки и увеличение срока службы [4].



Рисунок 4 —Виброметр К1

5.Ультразвуковая дефектоскопия.

Данный метод основывается на измерении преломления и отражения ультразвуковых волн с помощью ультразвуковых дефектоскопов (рисунок 5) от внутренних компонентов электрооборудования для оценки состояния и надёжности. Этот метод позволяет обнаружить(не всегда возможно применять на сложных или очень мелких деталях)недостатки сварных и паечных соединениях, механические повреждения, а также оценить состояние изоляционных материалов.



Рисунок 5 —Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

6.Радиографическая диагностика.

Данный метод основывается на использовании рентгеновского излучения для получения изображения внутренних структур электрооборудования. Этот метод позволяет на ранних стадиях выявить дефекты (повреждения в изоляционных материалах, сварных соединениях и т.д.) в электрооборудовании и его компонентах. Для получения изображения используются рентгенографические аппараты (рисунок 6).