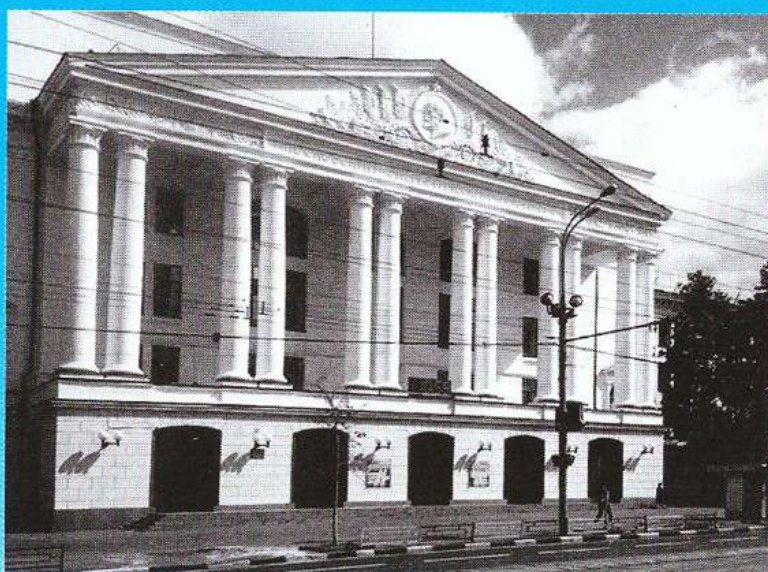


УДК
621.311
ББК
31.29
И 85

МОИ



**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ
СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ,
СОДЕРЖАЩЕЙ
РАСПРЕДЕЛЕННУЮ
ГЕНЕРАЦИЮ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ,
СОДЕРЖАЩЕЙ РАСПРЕДЕЛЕННУЮ ГЕНЕРАЦИЮ**

Лабораторный практикум

по дисциплине
«Системы электроснабжения с распределенной генерацией»
для студентов, обучающихся по направлению
«Электроэнергетика и электротехника»

Москва
Издательство МЭИ
2021

УДК 621.311

ББК 31.29

И 85

*Утверждено учебным управлением НИУ «МЭИ»
в качестве учебного издания*

Подготовлено на кафедре
электроэнергетических систем ИЭЭ (МЭИ)

Рецензенты: П.Ю. Полудницын, канд. техн. наук, зам. руководителя ЕЦК
АО «Институт «Энергорсетьпроект»;
Н.Ш. Чемборисова, проф., докт техн. наук, профессор
кафедры ЭЭС «НИУ МЭИ».

Авторы: Д.Н. Удинцев, А.В. Хлебнов, С.В. Шульженко,
Н.В. Шкляревский, С.А. Смоголев, Д.Я. Каюкова

И 85 Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию: лаб. практикум / Д.Н. Удинцев, А.В. Хлебнов, С.В. Шульженко и др. – М.: Издательство МЭИ, 2021. – 84 с.

ISBN 978-5-7046-2400-4

Лабораторный практикум содержит описание лабораторных стендов, произведенных Инженерно-производственным центром «Учебная техника» и размещенных в лаборатории кафедры в аудитории Д-26, а также указания по технике безопасности при проведении лабораторных работ и методические указания по работе со стендами.

Даны рекомендации по планированию и обработке результатов экспериментальных исследований.

Изложено содержание четырёх лабораторных работ по курсу «Системы электроснабжения с распределенной генерацией», в которых изучаются режимы работы как отдельных элементов, так и системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию. Каждая лабораторная работа в отдельности посвящена теме, необходимой к освоению для формирования комплекса знаний и умений, необходимых для проектирования, эксплуатации и управления режимами работы систем электроснабжения с распределенной генерацией.

Практикум предназначен для проведения лабораторных работ студентами, обучающимися в магистратуре по направлению «Электроэнергетика и электротехника», образовательная программа «Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования».

УДК 621.311

ББК 31.29

ISBN 978-5-7046-2400-4

© Национальный исследовательский
университет «МЭИ», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
1. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	7
2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА.....	8
2.1. Перечень аппаратуры, используемой в экспериментах.....	8
2.2. Описание и технические характеристики электромашинных агрегатов.....	9
2.3. Электрическая схема соединений тепловой защиты машины переменного тока.....	20
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ...	21
3.1. Оценка минимально достаточного числа опытов.....	22
3.2. Обработка результатов экспериментальных исследований....	23
3.3. Оценка параметров элементов модели по масштабным коэффициентам и критериям подобия и определение соответствия этих параметров параметрам оборудования и режимов оригинала электроэнергетической системы.....	24
3.3.1. Основные принципы физического моделирования Основные понятия теории подобия.....	24
3.3.2. Критерии подобия на примере модели ЛЭП.....	25
3.3.3. Масштабные коэффициенты	26
3.3.4. Пример планирования, обработки и оценки сходимости результатов лабораторных экспериментальных исследований.....	28
3.3.5. Определение длины реальных линий по известным параметрам моделей.....	29
3.4. Обработка осциллограмм.....	31
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТ ВНЕШНЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ.....	33
4.1. Подготовка лабораторного стенда к проведению опытов....	35
4.2. Подготовка персонального компьютера к проведению опытов и порядок фиксирования полученных данных.....	35
4.3. Исследование работы системы электроснабжения после обрыва нулевого проводника.....	37
4.3.1. Сеть с симметричной нагрузкой.....	37
4.3.2. Сеть с несимметричной нагрузкой.....	38

4.4. Изучение работы системы электроснабжения после обрыва фазного проводника.....	39
4.4.1. Сеть с нулевым проводником.....	39
4.4.2. Сеть без нулевого проводника.....	40
4.5. Изучение работы системы электроснабжения при однофазном коротком замыкании.....	40
4.6. Изучение работы системы электроснабжения при пуске асинхронного двигателя.....	41
5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	42
5.1. Подготовка лабораторного стенда к проведению опытов....	44
5.2. Подготовка персонального компьютера к проведению опытов и порядок фиксирования полученных данных.....	45
5.3. Изучение работы сети при обрыве нулевого проводника....	46
5.3.1 Сеть с симметричной нагрузкой.....	46
5.3.2 Сеть с несимметричной нагрузкой.....	48
5.4. Изучение работы сети после обрыва фазного проводника...	49
5.4.1 Сеть с нулевым проводником.....	49
5.4.2 Сеть без нулевого проводника.....	51
5.5. Изучение работы сети при однофазном коротком замыкании	51
5.6. Изучение работы сети при пуске асинхронного двигателя...	53
6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ВНЕШНЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С СИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ.....	55
6.1. Подготовка лабораторного стенда к проведению опытов....	57
6.2. Подготовка персонального компьютера к проведению опытов и порядок фиксирования полученных данных.....	58
6.3. Изучение методов вывода на параллельную работу синхронного генератора с внешней энергосистемой.....	59
6.3.1. Метод точной синхронизации.....	60
6.3.2. Метод самосинхронизации.....	62
6.4. Переход синхронного генератора в двигательный режим при параллельной работе с внешней энергосистемой.....	62
6.5. Выдача синхронным генератором мощности во внешнюю сеть при параллельной работе.....	63
6.6. Управление режимами параллельной работы синхронного генератора с внешней энергосистемой.....	64

7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ СВЯЗИ СОБСТВЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ С ВНЕШНЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ.....	67
7.1. Подготовка лабораторного стенда к проведению экспериментов.....	68
7.2. Подготовка персонального компьютера к проведению экспериментов и порядок фиксирования полученных данных	70
7.3. Изучение работы системы в нормальном режиме при различных видах нагрузки.....	71
7.3.1. Пуск асинхронного двигателя.....	71
7.3.2. Осветительная нагрузка.....	74
7.3.3. Асинхронный двигатель и осветительная нагрузка.....	74
7.4. Изучение работы системы после обрыва фазного проводника	76
7.4.1. Нагрузка в виде асинхронного двигателя.....	76
7.4.2. Осветительная нагрузка.....	77
7.4.3. Асинхронный двигатель и осветительная нагрузка.....	77
7.5. Изучение работы сети при однофазном коротком замыкании	79
7.6. Проверка теоретических и экспериментальных результатов на устойчивость системы электроснабжения.....	79
Список использованной литературы.....	82