



ЗАО «ЭнЛАБ»
428018, г.Чебоксары, ул. Нижегородская, д.4,
Тел./Факс +7 (8352) 40-66-26
E-mail: mail@ennlab.ru
Сайт: www.ennlab.ru

С.П. Васильев

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА БАЗЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В СОСТАВЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГОСИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PSCAD**

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по направлениям
13.03.02 и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Чебоксары 2021

АННОТАЦИЯ

Исследование функционирования электростанции на базе солнечных батарей в составе электроэнергетической системы с применением программного комплекса PSCAD: учебное пособие для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника». Пособие также будет полезно аспирантам для выполнения научных работ.

Учебное пособие состоит из введения, 3 глав и лабораторной работы.

Структура работы:

1. Во введении приведен обзор литературы по исследуемой теме, сформулированы цели и задачи пособия, отражены его актуальность и получаемые при изучении пособия знания и навыки.
2. В первой главе представлена структура солнечной электростанции, разобраны ее характеристики, приведены эквивалентная схема и основные уравнения солнечного элемента.
3. Во второй главе рассмотрены особенности моделирования солнечной электростанции без подключения к электроэнергетической системе. Исследованы зависимости характеристик солнечной электростанции от инсоляции и температуры, алгоритмы отслеживания максимальной выдаваемой мощности.
4. Третья глава посвящена моделированию элементов для подключения солнечной электростанции к электроэнергетической системе.
5. В четвертой главе приведены указания о порядке выполнения лабораторной работы с целью исследования функционирования электроэнергетической системы с солнечной электростанцией при различных режимах работы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВИЭ	–	Возобновляемые источники энергии
ВАХ	–	Вольтамперная характеристика
КЗ	–	Короткое замыкание
МУ	–	Методические указания
НИР	–	Научно-исследовательская работа
СП	–	Солнечная панель
СЭ	–	Солнечный элемент
СЭС	–	Солнечная электростанция
ТММ	–	Точка максимальной мощности
ФАПЧ	–	Фазовая автоподстройка частоты
ХХ	–	Холостой ход
ШИМ	–	Широтно-импульсная модуляция
ЭЭС	–	Электроэнергетическая система
MPPT	–	Maximum power point tracking (отслеживание точки максимальной мощности)
SPWM	–	Sinusoidal Pulse Width Modulation (синусоидальная широтно-импульсная модуляция)
PLL	–	Phase-locked loop (фазовая автоподстройка частоты)
VSC	–	Voltage source converter (преобразователь напряжения)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Изучение составных элементов СЭС.....	9
1.1 Эквивалентная схема солнечного элемента.....	11
1.2 Основные характеристики солнечного элемента.....	12
Выводы.....	14
2 Моделирование СЭС без присоединения к ЭЭС.....	15
2.1 Исследование характеристик СЭС.....	17
2.2 Отслеживание точки максимальной мощности.....	20
2.2.1 Поиск восхождением к вершине.....	24
2.2.2 Определение нулевой статической ошибки регулирования.....	27
2.2.3 Использование компонента MPPT из библиотеки PSCAD.....	29
Выводы.....	31
3 Моделирование СЭС в составе ЭЭС.....	32
3.1 Буферный конденсатор.....	32
3.2 Преобразователь постоянного напряжения.....	33
3.2.1 Повышающий DC/DC преобразователь.....	34
3.2.2 Понижающий DC/DC преобразователь.....	38
3.3 Выходной фильтр.....	38
3.4 Инвертор.....	41
3.4.1 Управление активной и реактивной мощностью.....	41
3.4.2 Формирование импульсов включения транзисторов.....	45
Выводы.....	49
4 Лабораторная работа.....	50
4.1 Содержание лабораторной работы.....	51
4.2 Руководство к выполнению лабораторной работы.....	51
4.3 Обработка результатов лабораторной работы.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	56
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	60