

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному  
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по направлению специальности 1-74 06 05-01 «Энергетическое обеспечение  
сельского хозяйства (электроэнергетика)»*

Минск  
БГАТУ  
2023

УДК 621.31(07)

ББК 31.28я7

С36

Составители:

старший преподаватель *Н. И. Павликова*,  
кандидат технических наук, доцент *П. В. Кардашов*,  
старший преподаватель *О. В. Бондарчук*

Рецензенты:

кафедра энергоэффективных технологий УО «Международный государственный  
экологический институт им. А. Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета  
(кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой *В. А. Пашинский*);  
кандидат технических наук, доцент, заместитель директора ГП «Институт энергетики  
Национальной академии наук Беларуси» *Н. Е. Шевчик*

**Силовое** оборудование электроустановок. Практикум : учебно-методическое  
С36 пособие / сост.: Н. И. Павликова, П. В. Кардашов, О. В. Бондарчук. – Минск : БГАТУ,  
2023. – 368 с.

ISBN 978-985-25-0223-8.

Учебно-методическое пособие состоит из теоретического курса, практических и лабораторных работ. Материал к каждому практическому занятию содержит цели и задачи занятия, задание для самостоятельной подготовки, индивидуальные задания. В приложениях приведены краткие сведения, необходимые для подготовки к выполнению практических и лабораторных работ.

Предназначено студентам учреждений высшего образования по направлению специальности 1-74 06 05-01 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика)»

УДК 621.31(07)

ББК 31.28я7

ISBN 978-985-25-0223-8

© БГАТУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ .....	7
1.1. Виды и типы электрооборудования. Исполнение оборудования в соответствии с внешними воздействующими факторами (ВВФ) .....	7
1.2. Конструктивное исполнение силового электрооборудования. Область применения в соответствии с ВВФ .....	16
1.3. Выбор типов и расчет электрических параметров аппаратов управления и защиты .....	27
Практическая работа 1. Расчет и выбор силовых шкафов, вводных устройств, аппаратов защиты для распределительной и питающей сети силового электрооборудования .....	43
2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ..	59
2.1. Значение электрических нагрузок и особенности определения нагрузок сельскохозяйственных объектов. Система показателей для характеристики электроустановки. Определение электрических нагрузок методом технологического графика .....	59
2.2. Определение электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников. Компенсация реактивной мощности в сетях напряжением до 1 кВ. Расчет и выбор компенсирующих устройств .....	71
Лабораторная работа 1. Построение сменных и суточных графиков электрических нагрузок. Определение расчетных параметров по графику электрических нагрузок .....	82
Практическая работа 2. Расчет электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников .....	86
Практическая работа 3. Расчет и выбор компенсирующих устройств .....	100
3. СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	107
3.1. Виды схем, их характеристики и рекомендации для практического применения. Структурные схемы электрических сетей .....	107
3.2. Категории электроприемников по степени обеспечения надежности электропитания. Системы заземления в электроустановках .....	115

3.3. Расчет сечений проводников по нагреву. Проверка выбранных проводов и кабелей по потере напряжения на участках сети . . . . .	125
3.4. Соответствие выбранных проводов и кабелей защите и требованиям ТКП. Расчет и выбор питающих кабелей . . . . .	132
Лабораторная работа 2. Разработка структурных схем и выбор аппаратов управления и защиты . . . . .	138
Лабораторная работа 3. Разработка схемы распределительной сети и схемы питающей сети . . . . .	142
Практическая работа 4. Расчет сечений проводов и кабелей питающей сети . . . . .	147
Практическая работа 5. Расчет сечений проводов и кабелей распределительной сети . . . . .	151
<b>4. ПЛАНЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ . . . . .</b>	<b>163</b>
4.1. Требования к выполнению планов силового оборудования в электроустановках. Пожаро- и взрывоопасные зоны в электроустановках согласно ПУЭ. Условные графические обозначения оборудования и электропроводок на планах . . . . .	163
4.2. Выбор способа и вида прокладки проводов и кабелей. Конструкции для прокладки проводов и кабелей. Типы кабелей, используемые в электроустановках . . . . .	174
4.3. Размещение вводно-распределительных устройств, силовых шкафов, аппаратов управления и защиты, их место установки в соответствии с ТКП и ГОСТ . . . . .	181
Лабораторная работа 4. Разработка плана силового электрооборудования . . . . .	184
<b>5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ. .</b>	<b>209</b>
5.1. Электрические схемы, виды, типы. Основные требования к выполнению схем управления, контроля и сигнализации. Режимы управления . . . . .	209
5.2. Схемы сигнализации. Разработка принципиальных электрических схем управления по технологическому заданию. Выбор элементов схемы . . . . .	222

Практическая работа 6. Составление схемы управления по технологическому заданию . . . . .	237
Практическая работа 7. Расчет и выбор элементов схемы управления . . . . .	250
Лабораторная работа 5. Разработка схем управления нереверсивным и реверсивным электроприводами по технологическому заданию . . . . .	257
Лабораторная работа 6. Разработка и составление схем управления приводами с предупредительной сигнализацией о включении . . . . .	264
6. ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫЕ СЕТИ . . . . .	267
6.1. Генплан объекта . . . . .	267
6.2. Выбор воздушных и кабельных внутриплощадочных электрических сетей . . . . .	267
6.3. Прокладка кабельных линий в земле . . . . .	270
6.4. Пересечение и сближение воздушных и кабельных линий с внутриплощадочными инженерными коммуникациями . . . . .	271
6.5. Концевые и соединительные муфты для кабелей напряжением до 1 кВ . . . . .	273
Лабораторная работа 7. Разработка плана внутриплощадочных сетей . . . . .	278
7. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ. СМЕТЫ . . . . .	282
7.1. Технико-экономическое обоснование принятых решений по выбору силового оборудования в электроустановках . . . . .	282
7.2. Составление спецификаций, опросных листов на отдельные виды электрооборудования и приборов . . . . .	282
7.3. Сметы: локальные, объектные, сводные . . . . .	285
Лабораторная работа 8. Заполнение спецификаций, разработка листа «Общие данные» . . . . .	292
Практическая работа 8. Разработка схем соединений . . . . .	295
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	304
ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .	306

Учебное издание

**СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.  
ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Павликова** Нина Ивановна,  
**Кардашов** Павел Владимирович,  
**Бондарчук** Оксана Владимировна

Ответственный за выпуск *А. М. Кравцов*  
Редактор *Г. В. Анисимова*  
Корректор *Г. В. Анисимова*  
Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*  
Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 05.10.2023. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 42,78. Уч.-изд. л. 16,72. Тираж 99 экз. Заказ 32.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/359 от 09.06.2014.  
№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.