

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электроснабжения сельского хозяйства

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением высших
учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области сельского хозяйства в качестве практикума
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальности 1-74 06 05 Энергетическое
обеспечение сельского хозяйства*

Под общей редакцией Г. И. Януковича

Минск
БГАТУ
2011

УДК 631.3.025.001.24(075)
ББК 31.27я7
Я65

Авторы:

кандидат технических наук, профессор Г. И. Янукович,
кандидат технических наук, доцент И. В. Протосовицкий,
старший преподаватель А. И. Зеленькевич,
старший преподаватель Г. И. Кожарнович,
старший преподаватель Г. Г. Усов

Янукович, Г. И.

Я65 Электроснабжение сельского хозяйства : практикум / Г. И. Янукович [и др.]; под общ. ред. Г. И. Януковича. - Минск : БГАТУ, 2011. - 548 с.
18ГВЧ 978-985-519-356-3.

Изложены темы практических занятий и лабораторные работы по разделам дисциплины «Электроснабжение сельского хозяйства».

Практикум предназначен для студентов электротехнических специальностей вузов и учащихся колледжей сельскохозяйственного профиля, а также инженерно-технических работников различных отраслей энергетики.

**УДК 621.3.025.001.24(075)
ББК 31.27я7**

978-985-519-356-3

© БГАТУ, 2011

Приложение 15

СОДЕРЖАНИЕ

Таблица П.15.1.

Технические данные реле серий РТ40, РТ140

Серия реле	Ток срабатывания, А, при соединении катушек		Номинальный ток, А, при соединении катушек	
	последовательном	параллельном	последовательном	параллельном
РТ40/0,2; РТ140/0,2	0,05-0,1	0,1-0,2	0,4	1
РТ40/0,6; РТ140/0,6	0,15-0,3	0,3-0,6	1,6	2,5
РТ40/2; РТ140/2	0,5-1,0	1-2	2,5	6,3
РТ40/6; РТ140/6	1,5-3,0	3-6	10	16
РТ40/10; РТ140/10	2,5-5,0	5-10	16	16
РТ40/20; РТ140/20	5-10	10-20	16	16
РТ40/50; РТ140/50	2,5-25	25-50	16	16
РТ40/100; РТ140/100	25-50	50-100	16	16
РТ40/200; РТ140/200	50-100	100-200	16	16

Таблица П.15.2.

Технические данные реле серий РТ80, РТ90

Серия реле	Номинальный ток, А	Уставки		
		на ток срабатывания индукционного элемента, А	на время срабатывания, с	кратности тока **
РТ81/1, РТ91/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1; 2; 3; 4	2-8
РТ81/2, РТ91/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		
РТ82/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4; 8; 12; 16	2-8
РТ82/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		
РТ83/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1; 2; 3; 4	2-8
РТ83/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		
РТ84/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4; 8; 12; 16	2-8
РТ84/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		
РТ85/1, РТ95/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	1; 2; 3; 4	2-8
РТ85/2, РТ95/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		
РТ86/1	10	4; 5; 6; 7; 8; 9; 10	4; 8; 12; 16	2-8
РТ86/2	5	2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5		

При десятикратном токе срабатывания.

Отношение тока срабатывания отсечки к току срабатывания индукционного элемента

I ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ	4
<i>Практические занятия</i>	4
1.1. Основные характеристики электрических нагрузок	4
1.2. Методы расчета электрических нагрузок	6
1.3. Нагрузки на вводах к потребителям	8
1.4. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции	17
1.5. Расчет электрических нагрузок в электрических сетях напряжением 380/220 В	42
1.6. Расчет электрических нагрузок в сетях напряжением 10 кВ	73
1.7. Расчет электрических нагрузок в сетях напряжением 35 и 110 кВ	92
РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	94
<i>Практические занятия</i>	94
2.1. Виды расчетов воздушных и кабельных линий	94
2.2. Выбор площади сечения проводов и кабелей по нагреву	95
2.3. Выбор площади сечения проводов по экономическим интервалам нагрузок (метод приведенных затрат)	117
2.4. Определение площади сечения проводов по экономической плотности тока	130
2.5. Выбор площади сечения проводов по допустимой потере напряжения	135
2.6. Проверка проводников по условиям короны	147
2.7. Проверка электрической сети напряжением 380 В на возможность пуска асинхронных короткозамкнутых двигателей	149
2.8. Проверка сети напряжением 380/220 В на возможность срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях	155
2.9. Выбор аппаратов защиты для электрических линий напряжением 380/220 В	158

2.10. Расчет замкнутых линий	167
2.11. Определение допустимых потерь напряжения в электрических сетях	182
2.12. Определение потерь энергии в электрических сетях	188
<i>Лабораторные работы</i>	191
Работа 1. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЛЬНОЙ ЛИНИИ С НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ ФАЗ	191
Работа 2. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛИНИИ С ДВУХСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ	201
Работа 3. РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СЕТИ	209
Работа 4. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА НАПРЯЖЕНИЯ СЕЛЬСКОЙ РАДИАЛЬНОЙ СЕТИ И ВЫБОР НАДБАВОК У ТРАНСФОРМАТОРА	215
РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	221
<i>Практические занятия</i>	221
3.1. Общие сведения о коротких замыканиях	221
3.2. Порядок расчета токов короткого замыкания	222
3.3. Определение сопротивлений схемы замещения и ее преобразование в простейший вид	224
3.4. Определение токов короткого замыкания в сети, питающейся от мощной энергосистемы	230
3.5. Определение тока короткого замыкания по расчетным кривым	235
3.6. Расчет токов короткого замыкания в точке, питающейся от разноудаленных источников	241
3.7. Расчет токов при несимметричном коротком замыкании	246
3.8. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением 380/220 В	254
3.9. Определение тока замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью	258

РАЗДЕЛ 4. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	260
<i>Практические занятия</i>	260
4.1. Выбор аппаратов по условиям нормального режима работы	260
4.2. Проверка аппаратов и токоведущих частей по режиму короткого замыкания	262
4.3. Выбор и проверка выключателей	265
4.4. Выбор и проверка разъединителей	266
4.5. Выбор и проверка предохранителей	267
4.6. Выбор и проверка выключателей нагрузки	268
4.7. Выбор и проверка трансформаторов тока	268
4.8. Выбор и проверка трансформаторов напряжения	272
4.9. Выбор и проверка токоведущих частей распределительных устройств	274
4.10. Выбор и проверка изоляторов	283
<i>Лабораторные работы</i>	297
Работа 5. ПРЕДОХРАНИТЕЛИ, РАЗЪЕДИНИТЕЛИ И ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ	297
Работа 6. МАЛООБЪЕМНЫЕ МАСЛЯНЫЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ	312
Работа 7. ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ	330
Работа 8. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ	342
Работа 9. ТРУБЧАТЫЕ И ВЕНТИЛЬНЫЕ РАЗРЯДНИКИ, ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ	355
Работа 10. КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 10/0,4 кВ	379

РАЗДЕЛ 5. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА .	391
<i>Практические занятия</i>	391
5.1. Требования к релейной защите	391
5.2. Защита воздушных и кабельных линий напряжением 10...110 кВ	392
5.3. Защита трансформаторов	407
<i>Лабораторные работы</i>	423
Работа 11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ . . .	423
Работа 12. КОМБИНИРОВАННЫЕ ТОКОВЫЕ РЕЛЕ СЕРИИ РТ-80, РТ-90	432
Работа 13. МАКСИМАЛЬНЫЕ ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ НА ОПЕРАТИВНОМ ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ	440
Работа 14. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И РЕЛЕ	450
Работа 15. СОГЛАСОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ С НЕЗАВИСИМЫМИ ВЫДЕРЖКАМИ ВРЕМЕНИ	457
Работа 16. ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ	466
Работа 17. УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ (АПВ)	478
ЛИТЕРАТУРА	485
ПРИЛОЖЕНИЯ	487

Учебное издание

Янукович Генрих Иосифович,
Протосовицкий Иван Васильевич,
Зеленькевич Александр Иосифович и др.

Э Л Е К Т Р О С Н А Б Ж Е Н И Е
С Е Л Ъ С К О Г О Х О З Я Й С Т В А

Практикум

Ответственный за выпуск Н. Е. Шевчик
Редактор Н. Н. Акимов
Компьютерная верстка Д. О. Хмелевской, А. И. Стебули
Дизайн и оформление обложки И. А. Усенко

Подписано в печать 18.04.2011 г. Формат 60x84 7М .
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 31,85. Уч.-изд. л. 24,9. Тираж 270 экз. Заказ 225.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет»
ЛИ №02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП №02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости, 99-2, 220023, Минск.