

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Т. Б. ЛЕЩИНСКАЯ, И. В. НАУМОВ

ПРАКТИКУМ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

2-е ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по сельскому, лесному и рыбному хозяйству в качестве учебного пособия для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия»

МОСКВА «БИБКОМ» 2015

УДК 631.172.31(076)
ББК 40.76я7
Л54

Редактор *Лихачева Г.А.*

Рецензенты: доктор технических наук, заведующий кафедрой «Информационные электротехнические системы и технологии» ФГОУ ВПО РГАЗУ профессор *Л. П. Шичков*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетические системы» ВПО НИУ «МЭИ» *Г. В. Шведов*

Лещинская Т. Б., Наумов И. В.
Л54 Практикум по электроснабжению сельского хозяйства. — М.: БИБКОМ—ТРАНСЛОГ, 2015. — 455 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учеб. заведений).
ISBN 978-5-905563-46-1

Практикум предназначен для студентов факультетов электрификации сельского хозяйства, обучающихся по направлениям подготовки: 110800.62 «Агроинженерия», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», 140106.62 «Электроэнергетика и электротехника», содержит материалы практических занятий, лабораторные работы по курсу «Электроснабжение сельского хозяйства» и методические указания к курсовому проекту. В приложении даны основные сведения справочного характера.

УДК 631.172.31(076)
ББК 40.76я7

ISBN 978-5-905563-46-1

© ОАО Центральный коллектор библиотек
«БИБКОМ», 2015
© ООО «ТРАНСЛОГ», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ	3
Раздел 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ.....	18
2.1. Активные и индуктивные сопротивления проводов.....	18
2.2. Определение потерь энергии в электрических сетях	20
2.3. Расчет электрических сетей по потере напряжения	23
2.3.1. Выбор площади поперечного сечения проводов по условию наименьшего расхода металла при заданном значении допустимой потери напряжения	28
2.4. Выбор площади поперечного сечения проводов по экономическим показателям.....	35
2.4.1. Расчет сети по экономической плотности тока.....	36
2.4.2. Расчет электрических сетей напряжением 0,38 и 10 кВ по экономическим интервалам, магистральному методу и эквивалентному току	38
2.5. Выбор площади поперечного сечения проводов и кабелей по условию нагрева	42
2.5.1. Расчет внутренних проводов, защищенных плавкими предохранителями	42
2.5.2. Расчет внутренних проводов, защищенных автоматами	46
2.6. Расчет разомкнутых трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз.....	48
2.7. Расчет замкнутых сетей.....	53
2.8. Расчет сетей на колебания напряжения при пуске электродвигателя	57
2.9. Определение оптимальных надбавок трансформаторов и допустимой потери напряжения в сети	60
Лабораторные работы.....	65
<i>Работа 1.</i> Исследование режимов работы линии с двухсторонним питанием	65
<i>Работа 2.</i> Исследование режима напряжения радиальной сети и выбор надбавок у трансформаторов	69
<i>Работа 3.</i> Регулирование напряжения в радиальных сетях при помощи статических конденсаторов	74
<i>Работа 4.</i> Исследование радиальной линии с неравномерной нагрузкой фаз на модели переменного тока	80

Раздел 3. МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ	83
3.1. Механический расчет проводов	83
3.2. Расчет деревянных одностоечных опор на механическую прочность	87
Раздел 4. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	92
Раздел 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА	111
Лабораторные работы	111
<i>Работа 5.</i> Разъединители, короткозамыкатели, отделители, выключатели нагрузки	111
<i>Работа 6.</i> Плавкие предохранители	122
<i>Работа 7.</i> Автоматические воздушные выключатели	128
<i>Работа 8.</i> Масляный выключатель типа ВМП-10	133
<i>Работа 9.</i> Многообъемные масляные выключатели	136
<i>Работа 10.</i> Вакуумные, элегазовые, автогазовые и электромагнитные выключатели	142
<i>Работа 11.</i> Приводы высоковольтных выключателей	151
<i>Работа 12.</i> Измерительные трансформаторы тока и напряжения	156
<i>Работа 13.</i> Средства защиты электроустановок от перенапряжений	165
<i>Работа 14.</i> Комплектное электрооборудование сельских электрических сетей	175
<i>Работа 15.</i> Устройства защитного отключения	187
<i>Работа 16.</i> Высоковольтные изоляторы	190
Раздел 6. ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ	200
Раздел 7. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА	205
Лабораторные работы	214
<i>Работа 17.</i> Электромагнитные реле переменного тока и напряжения	214
<i>Работа 18.</i> Электромагнитные реле времени, промежуточные и указательные реле	219
<i>Работа 19.</i> Комбинированные токовые реле серий РТ-80, РТ-90	223
<i>Работа 20.</i> Вторичные реле прямого действия	230
<i>Работа 21.</i> Основные схемы соединения трансформаторов тока и реле	236
<i>Работа 22.</i> Максимальные токовые защиты с независимой выдержкой времени. Токовые отсечки	241

<i>Работа 23.</i> Согласование максимальных токовых защит с разнотипными временными характеристиками.....	250
<i>Работа 24.</i> Защита с питанием оперативных цепей от трансформаторов тока.....	255

Раздел 8. АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	261
8.1. Автоматическое повторное включение	261
<i>Работа 25.</i> Автоматическое повторное включение линий	261
8.2. Автоматическое включение резервного питания.....	268
<i>Работа 26.</i> Автоматическое включение резервного питания	268
8.3. Устройства АПВ, АВР и АЧР в системах электроснабжения	275
<i>Работа 27.</i> Устройства АПВ, АВР и АЧР в системах электроснабжения	275

Раздел 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ПРИМЕР РАСЧЕТА ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»	284
9.1. Введение	284
9.2. Исходные данные к курсовому проекту	284
9.3. Перечень вопросов, подлежащих разработке.....	285
9.4. Указания к выполнению курсового проекта	286
9.4.1. Расчет электрической нагрузки	286
9.4.2. Выбор системы напряжения электроснабжения района	288
9.4.3. Выбор числа трансформаторных подстанций в населенном пункте	289
9.4.4. Расчет электрической нагрузки на участках ВЛ 0,38 кВ и подстанции 10(35)/0,4 кВ	290
9.4.5. Выбор трассы ВЛ 35...10 кВ, марки и сечения проводов.....	292
9.4.6. Расчет электрических нагрузок в ВЛ 35... 10 кВ.....	292
9.4.7. Расчет потери напряжения ВЛ 35... 10 кВ.....	294
9.4.8. Выбор средств повышения надежности электроснабжения	294
9.4.9. Определение допустимых потерь напряжения в воздушных линиях.....	295
9.4.10. Выбор марок и площади поперечного сечения проводов ВЛ 0,38 кВ	297
9.4.11. Определение глубины провала напряжения при пуске асинхронных короткозамкнутых двигателей	298
9.4.12. Расчет токов короткого замыкания в сети 0,38 кВ.....	299
9.4.13. Проверка электрооборудования ТП 10(35)/0,4 кВ.....	301
9.4.14. Согласование предохранителей ПКТ-10 и автоматов по селективности	304
9.4.15. Грозозащитные и повторные заземления	305
9.4.16. Техничко-экономические показатели.....	307

9.5. Варианты заданий	310
9.6. Пример выполнения курсового проекта «Электроснабжение с. Васильевка Тульской области от трансформаторных подстанций напряжением 10/0,4 кВ»	331
Аннотация	332
Введение	332
К1. Определение расчетных нагрузок	332
К1.1. Расчетные нагрузки на вводе потребителей	332
К1.2. Суммарная расчетная нагрузка населенного пункта	336
К1.2.1. Расчетная нагрузка жилых домов (дневной режим)	336
К1.2.2. Расчетная нагрузка коммунальных и культурно- административных потребителей (дневной режим)	336
К1.2.3. Расчетная нагрузка производственных потребителей (дневной режим)	337
К1.2.4. Расчетная нагрузка жилых домов (вечерний режим)	337
К1.2.5. Коммунальные и культурно-административные потребители (вечерний режим)	337
К1.2.6. Производственные потребители (вечерний режим)	338
К1.2.7. Наружное освещение (вечерний режим)	338
К2. Выбор числа, мощности и местоположения подстанций 10/0,4 кВ	338
К3. Электрический расчет ВЛ 10 кВ	342
К3.1. Составление таблицы отклонений напряжения	342
К3.2. Выбор площади поперечного сечения проводов и расчет потери напряжения в ВЛ 10 кВ	343
К4. Электрический расчет сети	345
К4.1. Выбор числа трасс ВЛ 0,38 кВ	345
К4.2. Выбор площади поперечного сечения проводов и расчет потери напряжения в ВЛ 0,38 кВ	345
К4.2.1. Расчет линий 0,38 кВ, отходящих от ПС1	345
К4.2.2. Расчет ВЛ, отходящих от ПС2	348
К4.3. Определение потерь мощности и энергии в сети 0,38 кВ	351
К4.3.1. Определение потерь мощности и энергии в линиях 0,38 кВ	352
К4.3.2. Определение потерь энергии в трансформаторах ПС 10/0,4 кВ	354
К4.4. Определение глубины провала напряжения при пуске асинхронного двигателя	355
К5. Выбор автоматов на подстанциях 10/0,4 кВ и проверка чувствительности автоматов при однофазных к. з.	357
К5.1. Проверка условий выбора автоматов по чувствительности	358
К6. Выбор плавких вставок предохранителей для защиты трансформаторов ПС 10/0,4 кВ и проверка селективности их защиты на ступенях 10 и 0,38 кВ	361
К7. Мероприятия по обеспечению нормативных уровней надежности электроснабжения потребителей	362

К8. Выбор защиты от грозовых перенапряжений и расчет заземления на ПС 10/0,4 кВ	364
К8.1. Защита от грозовых перенапряжений	364
К8.2. Расчет заземления на ПС 10/0,4 кВ	365
К9. Определение технико-экономических показателей передачи электроэнергии по сети напряжением 0,38 кВ	368
К9.1. Себестоимость передачи электроэнергии через ПС 10/0,4 кВ и ВЛ 0,38 кВ	368
К9.2. Приведенные затраты на передачу электрической энергии через ПС 10/0,4 кВ и ВЛ 0,38 кВ	370
Заключение.....	370
Приложения	371
Список литературы	450