

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ



ПАВЛОДАР

Министерство науки и высшего образования  
Республики Казахстан

Некоммерческое акционерное общество  
«Торайгыров университет»

Б. Е. Машрапов

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ЗАЩИТ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И  
ПОДСТАНЦИЙ**

Монография

Павлодар  
Toraighyrov University  
2026

УДК 621.316.925.1  
ББК 31.27-05  
М38

**Рекомендовано к изданию Ученым советом Некоммерческого  
акционерного общества «Торайгыров университет»**

(Протокол № 4 от 03 ноября 2025 года)

**Рецензенты:**

А. Н. Новожилов – доктор технических наук, профессор;  
К. И. Никитин – доктор технических наук, профессор Омского  
государственного технического университета;  
С. И. Олейник – кандидат технических наук, директор ТОО  
«ЭНЭКО»

**Машрапов Б. Е.**

М38 Совершенствование защит элементов электрических станций и  
подстанций : монография / Б. Е. Машрапов. – Павлодар :  
Toraighyrov University, 2026. – 203 с.

ISBN 978-601-345-715-4

В монографии представлены варианты построения автономных и централизованных устройств релейной защиты с использованием трансформаторов тока и без них для параллельных линий электропередачи, электродвигателей и ячеек комплектных распределительных устройств. Приведены методики выбора их параметров срабатывания и области использования. Монография предназначена для докторантов и магистрантов, обучающихся по направлению электроэнергетики, специализация «релейная защита», и может быть полезна широкому кругу специалистов, занимающихся проектированием устройств релейной защиты.

УДК 621.316.925.1  
ББК 31.27-05

ISBN 978-601-345-715-4

© Машрапов Б. Е., 2026  
© Торайгыров университет, 2026

За достоверность материалов, грамматические и орфографические ошибки  
ответственность несут авторы и составители

## Содержание

	Введение	3
1	Анализ защит электродвигателей и ячеек комплектных распределительных устройств	5
1.1	Автономные защиты электродвигателей	5
1.2	Централизованные защиты шин и подключенных к ним присоединений 6–10 кВ	16
1.2.1	Централизованные защиты шин и подключенных к ним присоединений без электродвигателей	16
1.2.2	Централизованные защиты, использующие токи подпитки от подключенных к шинам электродвигателей	20
1.3	Анализ устройств защиты от дуговых замыканий в ячейках комплектных распределительных устройств	31
1.4	Защиты на герконах	37
1.5	Поперечные защиты без цепей напряжения для параллельных линий, подключенных к шинам через отдельные выключатели	44
	Выводы	56
2	Разработка защит от дуговых коротких замыканий для ячеек комплектных распределительных устройств	58
2.1	Автономная защита с трансформаторами тока для ячеек комплектных распределительных устройств	58
2.2	Автономная защита ячеек комплектных распределительных устройств на герконах	67
2.3	Централизованная защита ячеек КРУ от дуговых КЗ с пуском по напряжению	76
2.4	Централизованная защита ячеек КРУ, не нуждающаяся в цепях напряжения	88
	Выводы	94
3	Разработка защит мощных электродвигателей	96
3.1	Дифференциально-фазная защита электродвигателя	96
3.2	Резервная защита электродвигателей от двухфазных КЗ	103
3.3	Централизованная защита шин и подключенных к ним электродвигателей	109
	Выводы	114
4	Новые принципы построения поперечных защит параллельных линий для питающей стороны и их реализация	115
4.1	Защиты, контролируемые отношение токов в одноименных фазах линий	115
4.2	Защиты, основанные на выявлении максимального из	

	токов в одноименных фазах	125
4.3	Дифференциально-фазная защита двух параллельных линий	132
	Выводы	140
5	Конструкции для крепления герконов и катушек индуктивности вблизи шин электроустановок	142
5.1	Крепление герконов на шинах	142
5.2	Устройство для крепления герконов на кабелях	148
5.3	Устройства для крепления герконов в отсеках КРУ	156
	Литература	175
Приложение А	Пример расчета параметров срабатывания предложенной защиты ячеек КРУ на герконах, не использующей трансформаторы тока	190
Приложение Б	Расчет длины защищаемой части кабеля	192
Приложение В	Расчет значений $g$	195
Приложение Г	Модель защиты двух параллельных линий, контролирующей отношение токов	197

Б. Е. Машрапов

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ**

Монография

Компьютерная верстка О. В. Саула

Подписано в печать 15.01.2026 г.

Гарнитура Times.

Формат 29,7 х 42 ¼. Бумага офсетная.

Усл.печ. л. 11,7. Тираж 500 экз.

Заказ № 4451

Toraighyrov University  
140008, г. Павлодар, ул. Ломова, 64