



*В.И. Иванчура, Д.В. Капулин, Ю.В. Краснобаев*

# БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ



**НАУЧНАЯ МЫСЛЬ**

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

**В.И. ИВАНЧУРА  
Д.В. КАПУЛИН  
Ю.В. КРАСНОБАЕВ**

# **БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ**

**МОНОГРАФИЯ**

Москва  
ИНФРА-М

Красноярск  
СФУ

2018

**УДК 621.316.722(075.4)**

**ББК 32.88-4**

**И23**

Рецензенты:

*А.Н. Ловчиков*, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой информатики и вычислительной техники Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнёва;

*В.С. Кудряшов*, д-р техн. наук, проф., зам. начальника отдела ОАО «Информационные спутниковые системы им. акад. М.Ф. Решетнёва»

**Иванчура В.И.**

**И23** Быстродействующие импульсные стабилизаторы напряжения : монография / В.И. Иванчура, Д.В. Капулин, Ю.В. Краснобаев. — М. : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. — 172 с. — (Научная мысль).

ISBN 978-5-16-013404-8 (ИНФРА-М)

ISBN 978-5-7638-2317-2 (СФУ)

Рассмотрены особенности импульсных стабилизаторов напряжения с оптимальным по быстродействию управлением в составе систем электроснабжения автономных объектов. Разработана универсальная амплитудно-импульсная модель силовых цепей импульсных стабилизаторов напряжения постоянного тока. На ее основе излагается методика синтеза оптимального по быстродействию закона управления модулями. Подробно представлена реализация синтезированных законов с использованием аналоговых и дискретных решений. Приведены результаты экспериментальных исследований с использованием программного схемотехнического моделирования.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, разработкой и созданием систем электроснабжения, а также для аспирантов и студентов, обучающихся по направлению подготовки «Управление и информатика в технических системах».

УДК 621.316.722(075.4)

ББК 32.88-4

© Иванчура В.И.,  
Капулин Д.В.,  
Краснобаев Ю.В., 2011,  
2018

© Сибирский федеральный  
университет, 2011, 2018

ISBN 978-5-16-013404-8 (ИНФРА-М)

ISBN 978-5-7638-2317-2 (СФУ)

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Синтез и исследование оптимальных по быстродействию законов управления импульсными стабилизаторами .....</b>	<b>7</b>
1.1. Универсальная амплитудно-импульсная модель силовых цепей импульсных стабилизаторов .....	7
1.2. Синтез оптимального по быстродействию закона управления импульсными стабилизаторами .....	13
1.3. Влияние нагрузки на оптимальный по быстродействию закон управления .....	20
1.4. Динамические характеристики быстродействующих импульсных стабилизаторов .....	26
<b>Глава 2. Реализация синтезированных законов управления в импульсных стабилизаторах напряжения с учетом специфики аналоговой схемотехники .....</b>	<b>36</b>
2.1. Адаптация закона управления ИСН понижающего типа к изменению входного напряжения .....	39
2.2. Адаптация закона управления ИСН повышающего типа к изменению входного напряжения .....	41
2.3. Адаптация закона управления ИСН инвертирующего типа к изменению входного напряжения .....	43
2.4. Синтез устройства управления ИСН .....	44
2.5. Определение параметров динамического наблюдателя напряжения на емкости конденсатора выходного фильтра .....	46
2.6. Определение параметров интегратора сигнала рассогласования по напряжению .....	47
2.7. Описание модели ИСН понижающего типа .....	50
2.8. Описание модели ИСН повышающего типа .....	56
2.9. Уточнение значения постоянной времени $T_0$ апериодического звена, реализующего ДНН .....	60
2.10. Определение ограничений на величину коэффициента усиления $K_p$ интегратора сигнала рассогласования по напряжению ...	63
2.11. Методика определения частотных характеристик выходного импеданса ИСН .....	70
<b>Глава 3. Реализация непрерывного закона управления импульсными стабилизаторами напряжения в устройстве управления с дискретным принципом работы .....</b>	<b>75</b>
3.1. Особенности цифрового управления процессами .....	75
3.2. Структурная схема дискретного устройства управления ИСН ...	78

3.3. Дискретизация сигналов. Восстановление непрерывного сигнала по отдельным отсчетам .....	79
3.4. Определение адекватного количества интервалов дискретизации .....	82
3.5. Описание моделей ИСН с дискретным управлением .....	86
3.6. Исследование работоспособности ИСН с дискретным управлением при различном количестве интервалов дискретизации.....	103
3.6.1. Анализ работы экстраполятора информационных сигналов.....	104
3.6.2. Исследование переходных процессов в ИСН понижающего типа .....	115
3.6.3. Исследование переходных процессов в ИСН повышающего типа .....	121
3.7. Исследование частотных характеристик модуля выходного импеданса ИСН с дискретным управлением.....	128
3.8. Дискретизация опорного сигнала ШИМ .....	133
<b>Глава 4. Реализация устройства управления быстродействующим импульсным стабилизатором по дискретным значениям переменных состояния .....</b>	<b>139</b>
4.1. Алгоритм обработки дискретных значений переменных состояния.....	141
4.2. Моделирование процессов в ИСН с управлением по дискретным значениям переменных состояния .....	144
4.3. Исследование модуля выходного импеданса ИСН с управлением по дискретным значениям переменных состояния ....	153
<b>Заключение.....</b>	<b>156</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>158</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>160</b>