

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие электроники идёт вслед за появлением проблем в информационно-вычислительной технике, в радиотехнической аппаратуре, в устройствах преобразования электроэнергии. Монография В.Ф. Дмитрикова и Д.В. Шушпанова посвящена решению вопросов структурной устойчивости и электромагнитной совместимости устройств преобразования электроэнергии, определяющих в значительной степени работоспособность устройств и систем современной техники. Для её функционирования необходимы источники вторичного электропитания (ИВЭП) — преобразователи электроэнергии с различными уровнями мощности, входных и выходных напряжений, с требуемыми характеристиками электроэнергии. ИВЭП, используемые для питания мощных потребителей электроэнергии, объединяются в системы вторичного электропитания (СВЭП).

Разнообразие требований к ИВЭП и СВЭП определяет применение значительного набора устройств: импульсные преобразователи напряжения (ИПН) переменного и постоянного тока с многоконтурными обратными связями, образующими дискретно-нелинейные устройства, представляющие собой наиболее сложные системы в теории автоматического регулирования; пассивные и активные сетевые защитные устройства; фильтры радиопомех; выпрямители с корректором коэффициента мощности; устройства управления, контроля, диагностики, связи, требующие для повышения показателей надёжности разработки решений по задаче резервирования.

Постоянное расширение областей применения ИПН и СВЭП сопровождается ужесточением требований к улучшению их массогабаритных характеристик, показателей качества электроэнергии, организации высоконадёжных ИПН и СВЭП. Для выполнения данных требований всё шире применяются распределенные системы вторичного электропитания (РСП), использующие «шинный подход» к их построению с двух- и трехкратным преобразованием электроэнергии. В РСП централизованные ИВЭП передают от источников электроэнергии первичных сетей электроэнергию на шину бесперебойного электропитания, обеспечивая на данной шине требуемые уровни напряжения, стабильности и пульсаций. Функциональная электронная аппаратура получает электроэнергию от шины беспере-

ребойного электропитания через децентрализованные маломощные ИВЭП.

Разработки РСП выявляют недостаточную проработку ряда проблем. Одна из наиболее сложных проблем в таких системах — проблема обеспечения устойчивости и электромагнитной совместимости ИВЭП, выполняемых в виде ИПН. Структурная устойчивость ИПН является необходимым условием работоспособности устройств и систем функциональной аппаратуры. Изменения режимов работы ИПН могут создавать значительные отклонения выходного напряжения аperiodического или колебательного характера, в ряде случаев приводящих к разрушению функциональной аппаратуры.

Для создания структурно устойчивых модулей ИПН авторы используют и развивают аналитический метод усреднения и линеаризации дискретно-нелинейных систем, а также численный метод расчета с применением нелинейных импульсных моделей с обратными связями, в котором отсутствуют существенные погрешности линеаризации и усреднения, названный авторами точным.

С использованием приближенного аналитического метода усреднения и линеаризации, а также точного численного метода исследованы запасы устойчивости по амплитуде и фазе, входное и выходное сопротивление, коэффициент стабилизации, динамические характеристики ИПН с одноконтурной отрицательной обратной связью (ООС) по выходному напряжению и с двухконтурными ООС по выходному напряжению и току дросселя или току конденсатора с различными цепями коррекции. Исследовано влияния параметрических и структурных изменений силовой части и цепей ООС на устойчивость, статические и динамические показатели качества выходного напряжения ИПН. Даны рекомендации по применению вида и параметров цепей ООС. Предложена и разработана методика расчета уточненной линеаризованной модели ИПН.

В первой части книги рассматривается устойчивость DC/DC модулей ИПН. Во второй части анализируются агрегатированные (составные) ИВЭП и РСП. Отмечается сложность решения проблемы обеспечения устойчивости агрегатированных ИВЭП и РСП. Показаны причины и условия возникновения автоколебательных режимов в тракте «входной сетевой фильтр радиопомех — импульсный преобразователь напряжения» (ФРП — ИПН), нагруженным на комплексную нагрузку. Исследовано влияние пульсаций выходного напряжения с тактовой частотой переключения транзисторов в ИПН на коэффициент стабилизации и устойчивость. Показано, что

с ростом пульсаций коэффициент стабилизации выходного напряжения может значительно изменяться, ухудшая устойчивость ИПН.

Делается заключение, что в технических условиях на ИПН следует указывать помимо обычных характеристик (КПД, стабильность выходного напряжения, величина пульсаций и т. д.) также запасы устойчивости по амплитуде и фазе, входное и выходное сопротивление. Эти характеристики необходимы при проектировании СВЭП, работающих на линейные и нелинейные комплексные нагрузки. Предложения, представленные в монографии, апробированы авторами в значительном числе НИР, ОКР, внедрениях в промышленные и экспериментальные изделия.

В Приложении ПЗ.9 книги представлены результаты разработки измерительного комплекса для тестирования ИПН, выполненной (2011–2012 годы) в АО «НИИ вычислительных комплексов» совместно с сотрудниками кафедры «Теория электрических цепей» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций. Комплекс позволяет в автоматическом режиме измерять как параметры, регламентированные стандартами, так и характеристики ИПН для оценки запасов устойчивости при работе на комплексную нагрузку.

Теоретическая и практическая значимости монографии существенны. Книга является полезным пособием как для разработчиков систем и устройств вторичного электропитания, так и для проектировщиков систем и комплексов функциональной аппаратуры.

Авторы книги являются авторитетными учёными страны.

Дмитриков Владимир Федорович — Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теория электрических цепей» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Вонч-Бруевича, член совета секции РАН «Научные проблемы электропитания» при научном совете «Электрофизика, энергетика и электротехника».

Шушпанов Дмитрий Викторович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория электрических цепей» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Вонч-Бруевича.

Авторы книги имеют большое число научно-технических статей, на основе которых подготовлена настоящая монография. Необходимо отметить, что материалы книги прогнозируют продолжение исследований, направленных на дальнейшее совершенствование сис-

тем и устройств вторичного электропитания в области их структурной устойчивости и электромагнитной совместимости.

Представляется необходимым проведение исследований устойчивости и электромагнитной совместимости трактов «устройство защиты от импульсных перенапряжений – фильтр радиопомех – импульсный преобразователь напряжения» (УЗИП – ФРП – ИПН), учитывая широкое внедрение УЗИП не только как традиционных устройств защиты от сетевых коммутационных и атмосферных электромагнитных воздействий (ЭМВ), но и от преднамеренных силовых ЭМВ (ПС ЭМВ), внимание к которым в последние годы значительно возросло после выпуска ряда стандартов в системе ГОСТов «Автоматизированные системы в защищённом исполнении».

Важным направлением является дальнейшее развитие экспериментальной базы для исследований и испытаний устройств и систем вторичного электропитания по их структурной устойчивости и электромагнитной совместимости.

Главный конструктор НТЦ «Силовая электроника»  
АО «НИИ вычислительных комплексов им. М.А. Карцева»,  
д-р техн. наук, профессор В.А. Колосов