

## Введение

Программируемые системы и устройства [1, 2] — это не только цифровые, но и реконфигурируемые системы, способные к постоянной модернизации только за счёт смены программного обеспечения. Концепция программируемых радиоэлектронных систем отражает главное изменение в конструкторской парадигме современных радиоэлектронных устройств, для которых соотношение аппаратно-программных средств выбирается с явным преобладанием программных средств, что и обеспечивает возможность быстрого изменения их тактико-технических характеристик (ТТХ) в соответствии с изменяющимися требованиями и возможностями.

Традиционные радиоэлектронные системы требуют многих лет усилий большого коллектива разработчиков для отладки различных компонентов и устройств, входящих в систему, и их сопряжения между собой. Время разработки нового продукта — ключевой момент в современных рыночных условиях. И создание программируемых систем существенно сокращает период разработки новых изделий.

Использование программируемых систем значительно снижает затраты на изготовление и проверку радиоэлектронных систем в целом. Более того, программируемые системы могут быть модернизированы уже на этапе испытаний для корректировки непредвиденных проблем или для улучшения ТТХ. Другим преимуществом программируемых систем является их способность к глубокой самодиагностике, что повышает надёжность изделия и минимизирует его обслуживание.

Проектирование программируемых радиоэлектронных систем потребовало соответствующего совершенствования и методов их разработки. Наиболее эффективным из новых методов является модельно-ориентированное проектирование (Model-Based Design), являющееся одним из приложений пакета программ MATLAB [3].

Модельно-ориентированное проектирование — эффективный и экономически выгодный способ разработки радиоэлектронных систем. Как показывает опыт, применение этого подхода позволяет повысить качество проектирования и уменьшить время разработки в несколько раз. Вместо физических прототипов при традиционном проектировании программируемых систем в модельно-ориентиро-

ванном проектировании применяются исполняемые модели, которые используются на всех этапах разработки. При таком подходе можно разрабатывать и проводить имитационное моделирование как всей системы целиком, так и её компонентов. Но главным преимуществом данного подхода является возможность автоматической генерации кода с последующей его верификацией.

Использование моделей позволяет разрабатывать комплексные радиоэлектронные системы с точностью, необходимой для технологического уровня. Представление комплексной разработки в виде моделей системы — лишь часть решения. Необходимо также выполнить математическое описание, чтобы лучше понять поведение системы. Решению поставленной задачи предшествует анализ соответствующего технического задания на проектируемую систему и анализ особенностей существующих радиотехнических систем. Желательно сделать аналитическую оценку основных показателей проектируемой системы.

Большое внимание уделяется выбору платформы с цифровым процессором обработки сигналов (ЦПОС), который будет использован в конкретной разработке. Важен и подбор к выбранной платформе необходимого программного обеспечения в виде программной среды проектирования.

Дальнейшая работа с аппаратно-программным комплексом в режиме модельно-ориентированного проектирования включает в себя все этапы этого метода разработки программируемых радиотехнических систем: от модели системы до её реализации на конкретной платформе с ЦПОС.

При этом предусматриваются следующие этапы проектирования:

- создание модели в MATLAB;
- преобразование этой программы в программу на языке C для ЦПОС, её компиляция в загружаемый код и программирование ЦПОС;
- верификация спроектированного устройства или системы.

В пакете MATLAB реализованы современные методы вычислений, позволяющие выполнить численное моделирование различных систем. Разработчик может одновременно анализировать результаты моделирования и использовать мощные средства анализа моделей, обеспечивая тем самым предварительную верификацию всего проекта.

Следует отметить важное отличие примененного автором метода модельно-ориентированного проектирования радиотехнических

---

устройств. Это повышенное внимание к первому этапу проектирования при использовании MATLAB, когда создаются модели воздействий и проектируемых устройств. Именно на этом этапе верификация путем сравнительного анализа моделирования и аналитических расчетов предопределяет качество создания программируемого устройства на всех последующих этапах работы.