

– панель отображения и имитации поездной ситуации – позволяет имитировать проследование поезда по всем секциям и примыкающим к станции перегонам, содержит световую индикацию о состоянии всех светофоров станции (входных, выходных, маневровых) и о закрытии переезда в нечетной горловине;

– панель перевода стрелок – предназначена для замены управляющих и пусковых цепей стрелочных электроприводов стрелок станции, а также для отображения текущего положения стрелок;

– панель коммутации – предназначена для соединения имитатора технологических ситуаций со стативами ПРЦ при помощи штепсельных разъемных соединителей типа СП2-30-ЭЦИ.

ИТС содержит в себе следующие схемы:

– схемы управления входными, выходными и маневровыми светофорами;

– схемы индикации и перевода положения стрелок;

– схему управления переездом;

– схему увязки с прилегающими перегонами.

Разработка ИТС позволяет сократить временные затраты на разработку, отладку, оптимизацию алгоритмов ядра системы, а также провести испытания на работоспособность системы ПРЦ в целом в лабораторных условиях. На этапе опытной эксплуатации системы ПРЦ на станции Ипуть он будет использоваться как модель реальной станции при устранении ошибок программного и аппаратного обеспечения при моделировании нештатных ситуаций.

УДК 656.25

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ И НОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭМС МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

*К. А. БОЧКОВ, Н. В. РЯЗАНЦЕВА*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Исследование статических моделей в сечениях случайных процессов уровней помех и степени помехозащищенности является основным этапом в процессе построения динамической математической модели контроля и нормирования параметров ЭМС. Функциональные элементы, например интегральная микросхема, характеризуются системой электрических входных и выходных параметров, и число этих параметров достигает десятка и более. Для каждого из этих параметров устанавливаются нормы при различных условиях эксплуатации (температуре, влажности, напряжении питания и т. д.).

При построении модели необходимо учитывать, что восстановление работоспособности устройства, собранного из совместимых по электрическим параметрам элементов, при выходе из строя одного из них можно заменить его на аналогичный. При этом не требуется дополнительной наладки и регулировки устройства благодаря тому, что при производстве элементов осуществляется контроль на соответствие нормированным значениям параметров. Такая же необходимость существует и при решении задач ЭМС микроэлектронных систем обеспечения безопасности (СОБД) с окружающей электромагнитной обстановкой (ЭМО). Отсутствие нормирования ЭМС микроэлектронных СОБД, построенных на современной элементной базе с симметричными отказами, затрудняет обеспечение повышенных требований к надежности их функционирования.

Существующая система нормирования параметров ЭМС средств вычислительной техники и микроэлектронных устройств, как отечественная, так и международная, направлена на максимально возможное ужесточение параметров ЭМС. При этом лишь косвенно учитывается, а во многих случаях и вовсе не учитывается, связь между требованиями к параметрам ЭМС и условиями эксплуатации аппаратуры в конкретной ЭМО. Эти обстоятельства особенно важны для микроэлектронных СОБД, поскольку завышение требований к параметрам ЭМС непременно ведет к неоправданному повышению стоимости аппаратуры, а занижение требований по ЭМС по отношению к реальной ЭМО в местах эксплуатации аппаратуры приводит к невыполнению требований по надежности ее функционирования, а следовательно, и нарушению условий безопасности. Нормирование ЭМС как

в отечественных, так и в зарубежных и международных стандартах ведется, как правило, по одному из наиболее значимых параметров при фиксированном значении остальных. Так, например, нормирование степени помехозащищенности ведется обычно по параметру амплитуды помехи, при фиксированных значениях длительности, фронта импульса и других параметров. Авторами разработаны методы установления норм на параметры ЭМС и принципы их согласования с конкретной ЭМО в местах эксплуатации микросистемных СОБД, основанные на использовании функциональных вероятностно-статистических моделей контроля ЭМС. Для случая динамических моделей контроля ЭМС получение нормированных значений степени помехозащищенности должно учитывать деградацию во времени числовых характеристик нестационарного случайного процесса степени помехозащищенности микросистемных устройств. Рассмотрен метод получения согласованной нормы на величину степени помехозащищенности на примере сочетания стационарного случайного процесса уровней помех и монотонно убывающего равномерного нестационарного линейного случайного процесса степени помехозащищенности. При этом для заданного значения вероятности сбоя  $P_{сб}(t)$  за промежуток времени  $t_{ср.сб}$  определено нормированное значение степени помехозащищенности, которое обеспечило бы заданный уровень надежности за требуемое время эксплуатации микросистемных СОБД. Очевидно, что методы контроля параметров ЭМС, использующие разработанные модели, предполагают наличие специальной аппаратуры регистрации и моделирования помех.

УДК 656.259

## ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТРОЙСТВ СОГЛАСОВАНИЯ С ОБЪЕКТАМИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СЖАТ

*К. А. БОЧКОВ, Б. В. СИВКО*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Опыт создания и применения сложных аппаратно-программных комплексов (АПК) показывает, что множество сбоев и отказов их функционирования зависит от качества программного обеспечения (ПО). АПК СЖАТ непосредственно связаны с безопасностью движения поездов, и создаваемое ПО должно соответствовать требованиям четвертого уровня стандарта EN 61508.

Современные АПК строятся по трёхуровневой архитектуре, согласно которой верхний уровень осуществляет взаимодействие с пользователями и менее критичен к условиям безопасности, средний уровень выполняет все функции логического взаимодействия комплекса, а нижний уровень обеспечивает управление объектами с уровнем безопасности на уровне реле первого класса надёжности. При таком построении АПК к среднему и нижнему уровням предъявляются высокие требования безопасности.

Нижний уровень обладает меньшей сложностью по сравнению со средним уровнем и состоит из множества блоков, каждый из которых осуществляет взаимодействие с определёнными объектами. Здесь в основном используются однокристальные микроконтроллеры, так как решаемые задачи не требуют больших ресурсов. Для них наиболее важным является обеспечение надёжности и безопасности функционирования.

Для доказательства функциональной безопасности ПО устройств согласования с объектами (УСО) нижнего уровня используется ряд методов, таких как тестирование, доказательство правильности, метод экспертной оценки. Каждый из этих методов обладает своими достоинствами и недостатками и при оценке качества программных средств необходимо использовать в полной мере каждый из них.

Программное обеспечение УСО характеризуется невысокой сложностью и высокими требованиями по безопасности и надёжности функционирования. На основании этого тестирование всех типов должно проводиться активным образом на всех этапах проектирования, что позволяет устранить большинство типичных ошибок. Но полностью протестировать даже такое программное обеспечение с низкой сложностью – невозможно.