

Таким образом, можно отметить, что цветные сети Петри позволяют эффективно описывать и моделировать распределенные и параллельные системы. По сравнению с традиционными механизмами моделирования сети Петри обеспечивают большую наглядность и компактность описания.

УДК 621.38

РАСШИРЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

К. С. ШЕТЕТКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Функционирование современных сложных микропроцессорных систем характеризуется интенсивными связями между подсистемами при параллельной их работе. При этом возникновение отказа в одной из подсистем приводит к изменениям и нарушениям в работе других подсистем, причем последствия определяются не только характером отказа, но и временем его возникновения, фазовыми состояниями взаимодействующих подсистем и т. д. В этих условиях меры по обеспечению отказоустойчивости по отдельным типам отказов могут оказаться неэффективными. Отказ может быть блокирован и обезврежен в соответствующей подсистеме, однако последствия его могут привести к нарушению работы и отказам других подсистем.

Из всего множества средств моделирования систем с параллельными асинхронными процессами в настоящее время наиболее интенсивно развивается аппарат сетей Петри. Преимуществами этого аппарата являются наглядность, простота декомпозиции и стыковки моделей разного уровня, адаптация к различным расширениям и модификациям.

При введении расширений (дополнительных атрибутов), имитирующих отдельные отказы структура и размерность сети остается без изменений. Имитация отказов производится более быстро и наглядно, сохраняется адекватность модели. Недостатком, как и для любых расширений, является потеря аналитических возможностей сетей Петри и необходимость разработки новых имитационных программ. Принципиальной идеей предлагаемой системы моделирования является применение набора атрибутов, налагаемых на дуги. При этом не только более компактно и однозначно имитируются отказы, но и появляется возможность использования аналитических средств аппарата сетей Петри.

Если рассматривать элементарное событие (активность), то оно характеризуется тремя элементами: условиями выполнения, фактом выполнения и последствиями выполнения. Различные варианты отказа образуют следующую полную группу событий:

- условия выполнения события соблюдаются, событие не выполняется;
- условия выполнения события не соблюдаются, событие выполняется;
- событие выполняется, ряд его обязательных по спецификации последствий не выполняется;
- событие выполняется, выполняется ряд его последствий, не соответствующих спецификации.

В соответствии с этим положением, интерпретируя каждый переход как событие, вводятся понятия дуг L-, U-, N- и D-типа.

L-дуга – входная дуга (p^-, t) перехода t , обеспечивающая (при активности других входных дуг t) его инициализацию как при наличии, так и при отсутствии соответствующей марки в позиции p^- («ложная входная марка»).

При этом условие срабатывания перехода t : $\forall p \neq p^- : L(p) - F(p, t) \geq 0$.

Маркировка $L(p)$ при срабатывании t меняется на $L^0(p)$ следующим образом:

$$\forall p \neq p^- : L^0(p) = L(p) - F(p, t) + H(t, p),$$

$$L^0(p^-) = L(p^-).$$

Введением L-дуг моделируются ситуации выполнения события при недостаточности условий его выполнения.

U-дуга – входная дуга (p^-, t) перехода t блокирует срабатывание перехода t при любых прочих условиях («потеря входной марки»). Моделирует ошибки, приводящие к невыполнению условий запуска событий.

N-дуга – выходная дуга (t, p^-) перехода t , не обеспечивающая при срабатывании t занесения марки в соответствующую позицию («потеря выходной марки»), т. е. маркировка $L(p)$, $p \in P$ при инициализации t меняется на $L^0(p)$ следующим образом:

$$\forall p \neq p^- : L^0(p) = L(p) - F(p, t) + H(t, p),$$

$$L^0(p^-) = L(p^-).$$

При помощи N-дуг моделируются ситуации невыполнения тех или иных последствий событий, потеря сообщений и т. д.

4 Отказ, соответствующий нарушению выставления сигналов готовности ЦПК и HDD, моделируется заданием N -дуг (t_8P_{11}) и (t_2P_9). Получаем результаты: система не имеет контуров возврата, не подтверждена ограниченность по позициям P_3, P_5, P_9, P_{11} .

Таким образом, показано, что предложенные расширения позволяют моделировать широкий спектр отказов дискретного типа с возможностью аналитической верификации сети в отношении отказоустойчивости.

УДК 656.22.05.621

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ АНАЛИЗЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛОВ АЛСН

Р. Р. ЮСУПОВ, В. Б. ЛЕУШИН

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В ряде случаев проведение достаточно полных экспериментальных исследований требует значительных затрат материальных средств и времени. Применительно к системам управления движением поездов, особенно функционирующих в аварийных ситуациях, одновременная фиксация параметров процессов, протекающих в них, и всех факторов, влияющих на эти параметры, практически невозможна.

Метод визуального моделирования позволяет установить поведение системы или устройства при любых заранее известных внешних воздействиях, при этом непосредственно наблюдая за происходящими процессами.

Одной из сложных и ответственных систем является канал автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН). Авторы в качестве примера предлагают применить визуальное моделирование для оценки помехоустойчивости качественно нового приемника АЛСН – корреляционного приемника с квадратурными каналами.

Широко известно [1], что для сигналов со случайной амплитудой и начальной фазой оптимальным приемником при работе в соответствии с алгоритмом максимального правдоподобия является коррелятор с квадратурными каналами.

Однако для реализации такого приемника для канала АЛСН потребовалось бы многократное усложнение структуры приемника, поскольку необходимо будет в приемнике иметь 6 каналов одновременного анализа, причем каждый из этих каналов будет иметь квадратурные каналы (при приеме кодовых сигналов локомотивным приемником АЛСН заранее неизвестно, какую кодовую комбинацию – З, Ж или КЖ – переносит в данный момент сигнал и каков ее период – 1,6 или 1,86 с).

Упростить такой приемник можно за счет применения в качестве квадратурных опорных сигналов не копии кодовых комбинаций, а непрерывное гармоническое колебание с частотой, равной частоте несущей сигнала АЛСН и произвольной начальной фазой.

На рисунке 1 представлена структура модели корреляционного приемника АЛСН с квадратурными каналами, в среде визуального моделирования Simulink системы MATLAB [2].

На рисунках 2–5 приведены виртуальные осциллограммы, поясняющие функционирование модели. На всех представленных осциллограммах по оси абсцисс отложено время в секундах, а по оси ординат – значения отсчетов сигнала в вольтах.

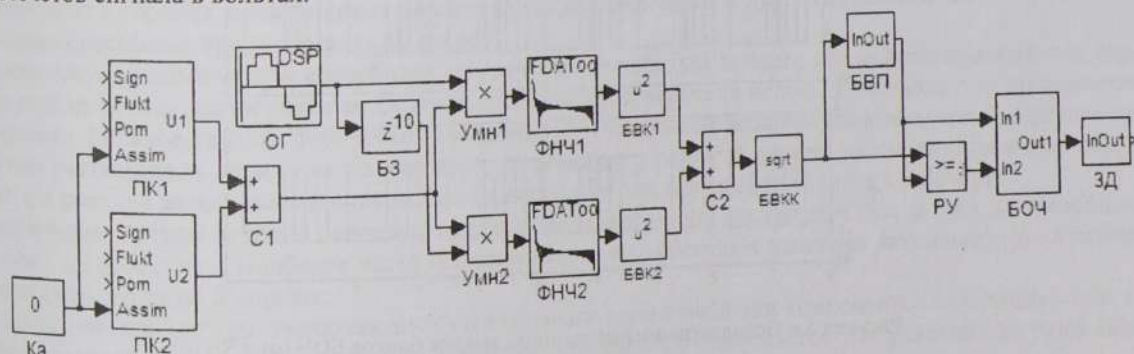


Рисунок 1 – Структура имитационной модели корреляционного приемника АЛСН с квадратурными каналами: Ка – коэффициент асимметрии приемного тракта; ПК1 и ПК2 – локомотивные приемники АЛСН с квадратурными каналами; БЗ – задержка, формирует фазовый сдвиг опорного колебания на 90° ; ФНЧ1 и ФНЧ2 – интеграторы; БВК1 и БВК2 возводят величину входного сигнала в квадрат; C2 – сумматор; БВКК вычисляет квадратный корень из значений отсчетов входного сигнала; БВП, ПУ, БОЧ и ЗД – выполняют следующие процедуры соответственно: вычисление плавающего порога принятия решения, решающее устройство (критерий максимального правдоподобия), ограничение чувствительности и защиты от «дребезга»