

ТЕХНОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ ДЦ «НЁМАН» С ПОМОЩЬЮ ПТК «СМ-ДЭС»

С. Н. ХАРЛАП, Д. Н. ШЕВЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Одним из этапов сертификационных испытаний системы диспетчерской централизации (ДЦ) «Нёман» на надёжность и электромагнитную совместимость является оценка безотказности системы. В докладе предлагается технология исследования безотказности ДЦ «Нёман» с помощью программно-технологического комплекса (ПТК) «СМ-ДЭС». Для этого сформулирован критерий отказа ДЦ, обоснована детализация подсистем и компонентов системы и приведены рекомендации по модульному построению подсистем ДЦ «Нёман». В заключение приводится сравнительный анализ результатов моделирования, полученных с помощью ПТК «СМ-ДЭС» со значениями показателей безотказности ДЦ, полученными аналитическими методами с использованием ряда дополнительных допущений.

В соответствии с [1, 2] критерием отказа системы ДЦ «Нёман» назовём невозможность управления хотя бы одним из устройств или получение ложной информации о состоянии хотя бы одного устройства централизации и автоблокировки диспетчерского круга. При этом для компонентов с программируемой логикой (микроконтроллеров, компьютеров АРМов) отказы аппаратных и программных средств будут отождествляться.

Применение известных аналитических методов расчёта показателей надёжности ДЦ «Нёман» ограничено, во-первых, сложностью системы и наличием большого числа компонентов. Во-вторых, некоторые подсистемы ДЦ образованы резервированием компонентов, поэтому закон распределения времени наработки таких подсистем на отказ отличается от показательного [3]. В-третьих, многие компоненты ДЦ являются восстанавливаемыми, а законы распределения времени наработки компонентов на отказ и восстановление отличаются от показательного. Поэтому для оценки показателей безотказности ДЦ «Нёман» целесообразно применить статистическое моделирование в ПТК «СМ-ДЭС».

Структура ДЦ «Нёман» представлена компонентами существенно различной сложности, поэтому детализацию элементов и подсистем ДЦ «Нёман» предлагается проводить в соответствии со структурной схемой системы, а также с учётом возможности задания надёжностных характеристик компонентов. Для автоматизации и наглядности построения имитационной модели системы ДЦ целесообразно использовать средства ПТК «СМ-ДЭС» для модульного построения моделей сложных систем. Так, предлагается заменить блоки аналогового ключа, блоки ТУ16 и ТС32 «чёрными» ящиками с характеристиками безотказности, в частности, эмпирической функцией распределения времени наработки на отказ, полученной в результате предварительных испытаний указанных подсистем. Для уменьшения временных затрат на описание внутренней структуры и задание временных и надёжностных характеристик таких многократно используемых компонентов и подсистем, как линейный пункт (ЛП), а также АРМов и центрального поста (ЦП) использованы макроопределения.

Модель дискретных устройств ДЦ «Нёман», заданных принципиальной электрической или функциональной схемой, может быть построена в ПТК «СМ-ДЭС» с помощью визуального конструктора [4]. При этом графическое изображение модели полностью совпадает с исходной схемой. Для устройств, заданных структурной схемой, построение модели заключается в задании логической структуры, соответствующей функции работоспособности устройства. Для аналоговых устройств ДЦ «Нёман» в соответствии с принципиальной схемой составляется его логическая структура согласно методу минимальных путей или сечений. Указанная структура является, по существу, функцией работоспособности аналогового устройства. При этом в отличие от собственно метода минимальных путей и сечений могут быть найдены характеристики систем с восстанавливаемыми компонентами и зависимыми отказами.

Исследование безотказности ДЦ «Нёман» проводилось для экспертных оценок показателей надёжности компонентов и предположения о показательном законе распределения времени наработки компонентов на отказ. Для нерезервированных подсистем ДЦ «Нёман» (таких, как блок ТС32 и АРМ1), образованных элементами с простейшими потоками отказов, время наработки на отказ

также имеет показательное распределение, поэтому статистические оценки среднего времени наработки данных подсистем на отказ, а также вероятности безотказной работы совпадают (в пределах заданной точности) с соответствующими расчётными значениями. Для подсистем, образованных резервированием компонентов (АРМ2, ЦП), закон распределения времени наработки на отказ отличается от показательного, даже если потоки отказов компонентов являются простейшими [3]. Поэтому расчётные значения среднего времени наработки данных подсистем на отказ, полученные в предположении о показательном законе распределения, являются значительно заниженными по сравнению с соответствующими оценками, полученными в ПТК «СМ-ДЭС» без дополнительных допущений.

Согласно [3] известно, что поток отказов подсистем, образованный суперпозицией большого числа произвольных потоков отказов её компонентов, приближается к простейшему. Поэтому расчётное значение среднего времени наработки на отказ блока ТУ16, полученное в предположении об экспоненциальном законе распределения, и статистическая оценка, полученная в ПТК «СМ-ДЭС» без дополнительных допущений, отличаются на 1,1 %. А разница оценок среднего времени наработки на отказ ЛП, полученное данными двумя способами, составляет менее 0,7 %. Вместе с тем, отличие потока отказов ЦП от простейшего существенно ухудшает свойства стационарности и отсутствия последействия потока отказов ДЦ, образованного суперпозицией потоков отказов ЦП и восьми ЛП. Поэтому расчётное значение среднего времени наработки ДЦ на отказ, полученное в предположении о показательном законе распределения, является значительно заниженным по сравнению с соответствующей оценкой, полученной в ПТК «СМ-ДЭС» без дополнительных допущений.

Кроме того, с помощью ПТК «СМ-ДЭС» были получены характеристики безотказности системы ДЦ «Неман» и её подсистем с восстанавливаемыми компонентами. Исследования показали, что восстановление компонентов, которое повышает надёжность только центрального поста, незначительно увеличивает среднее время наработки системы ДЦ на отказ.

Предлагаемая технология может быть использована для оценки и подтверждения заданного уровня безотказности широкого класса систем управления ответственными технологическими процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ОСТ 32.112-98. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики. Эксплуатационно-технические требования к системам ДЦ. – СПб.: ПГУПС, 1998.
- 2 Харлан С. Н., Шумский В. И. Испытания компьютерной системы диспетчерской централизации «Неман» на безопасность // Испытания систем железнодорожной автоматики и телемеханики на безопасность и электромагнитную совместимость: Труды Междунар. семинара. – Гомель: БелГУТ, 2001.
- 3 Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988.
- 4 Shevchenko D. N. Program Technological Complex of a Research of Safety of Electronic Systems // Computer Data Analysis and Modeling: Robustness and Computer Intensive Methods. Proc. 6-h International Conference. Vol.2: Minsk: BSU, 2001.

УДК 656.254.153

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СВЯЗЕЙ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. Г. ШЕВЧУК

Белорусский государственный университет транспорта

Электроакустические характеристики влияют на скорость передачи информации по цепям участковых технологических телефонных связей (ТТС). Так, при классе цепи IV или Р понимание принимающим (входящим) абонентом информации, переданной исходящим абонентом, достигается благодаря дополнительным усилиям (форсирование речи, переспросы и другое).

Время с момента появления необходимости в передачи информации до окончания передачи ее по цепи ТТС может включать в себя следующие составляющие:

t_1 – время, которое затрачивает исходящий абонент на подход к средству связи (коммутатору технологической связи, промежуточному пункту, телефонному аппарату);

t_2 – время, которое затрачивает исходящий абонент на ожидание освобождения средства связи другим абонентом при коллективном использовании средства связи;