

Расчет для поставленной задачи будет производиться при условии обслуживания одного состава одним каналом (бригадой). Математический расчет производится следующим образом; для k -го количества вагонов составляются уравнения в виде системы алгебраических уравнений Колмогорова. Для организации обслуживания характерны критерии стационарности, соответственно возникает возможность расчета предельных вероятностей для данной одноканальной подсистемы S с ограничением по очереди.

Получены формулы вероятностей пребывания вагона в конкретном техническом состоянии, в ходе проведения осмотра и безотцепочного ремонта появилась возможность определения времени на обслуживание всего состава при заданном и конечном числе вагонов. В результате использования методов псевдосостояний решена задача получения вероятностной оценки статуса обслуживания вагона в составе при организационной деятельности ПТО.

Список литературы

- 1 **Zubkov, V.** Influence of transport process participants on the quality of transport services med / V. Zubkov // j. Safety in Aviation and Space Technologies. Select Proceedings of the 9th World Congress "Aviation in the XXI Century". – 2022. – Vol. 1(1). – P. 301–310.
- 2 **Zubkov, V.** Automation of cargo correspondences in railway-water communication / V. Zubkov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 1(180). – P. 405–416.
- 3 **Zubkov, V.** Information and intelligent models in the management of transport and logistics systems / V. Zubkov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 1(180). – P. 433–445.
- 4 **Pershin, V.** Public-private partnership as a factor in the development of the metropolitan transport system / V. Pershin // AIP Conference Proceedings, "Proceedings of the Scientific Conference on Railway Transport and Engineering, RTE 2021". – 2021. – 020005.
- 5 **Yushkova, S.** Polygon principles for integrative digital rail infrastructure management / S. Yushkova // Transportation research procedia "International scientific siberian transport forum, Transsiberia 2020". – 2021 – P. 208–219.
- 6 **Kamaretdinova, G.** The program for simulation modeling of the process of maintenance of freight cars at the interstate butt point (PIM PTO GV MGSP) : certificate of registration of the computer program ru 2020610967, 01/22/2020. / G. Kamaretdinova. – Application No. 2020610116. – Dated 01/09/2020.

УДК 656.212.5

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В. В. БУРЧЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Т. В. КАУФМАН

Гомельский филиал РУП «Белтелеком», Республика Беларусь

Для решения задач по выполнению требований к повышению безопасности движения поездов с одновременным сокращением эксплуатационных затрат необходимо применение эффективных цифровых систем диагностирования технического состояния подвижного состава на основе новейших технологий мониторинга. Исходной информацией при построении математических моделей процессов функционирования сложных систем, к которым относятся многоуровневые информационно-измерительные автоматические системы контроля подвижного состава АСК ПС, служат данные о назначении и условиях работы исследуемых объектов. Эта информация определяет основную цель моделирования и позволяет формулировать требования к разрабатываемой математической модели, в том числе для подсистем автодиагностики, являющихся обязательной составляющей частью сложных автоматических систем. При работе комплексов технических средств КТСМ, систем передачи данных СПД и автоматизированных рабочих мест АРМ между периферийным комплектом ПК-05 КТСМ и серверным автоматизированным рабочим местом АРМ устанавливается так называемое «виртуальное соединение», т. е. выполняются условия для информационного обмена между ними. Тем самым периодически контролируется исправность периферийного оборудования и целостность соединительных кабельных линий СПД. Учет приоритета контроля проходящего поезда при передаче данных автодиагностики обуславливает использование системы массового обслужи-

вания СМО для установления очередности передачи данных с периферийных пунктов контроля на серверный АРМ. Для этих целей разработана модель автодиагностики с использованием преимуществ, обеспечиваемых системой массового обслуживания.

При пользовании математической моделью необходимо обеспечить адекватность отображения конкретных условий и реальных процессов в исследуемой системе по цепочке: описательная модель – математическая схема – математическая (аналитическая или (и) имитационная) модель. Конкретная система S (например, информационно-измерительный комплекс АСК ПС) характеризуется набором свойств, отражающих поведение моделируемого объекта (реальной системы) и учитывающих условия её функционирования во взаимодействии с внешней средой (системой) E . При установленном виртуальном соединении ПК-05 и АРМ периодически контролируют целостность соединения. Если в течение установленного времени удержания соединения ПК-05 не получает от АРМа команды проверки целостности соединения, то виртуальное соединение считается разорванным. В этом случае информация, предназначенная для этого АРМа, начинает накапливаться в буфере. Время удержания соединения задается командой от АРМа и может быть установлено каждым АРМом индивидуально. Если между ПК-05 и АРМом не установлено виртуального соединения, то информация, генерируемая как самим комплексом, так и подсистемами контроля, накапливается во внутреннем буфере ПК-05.

При построении математической модели системы решается вопрос о ее объеме и полноте. Полнота модели определяется выбором границы «система S – среда E ». Одновременно решается задача упрощения модели, в которой выделяются только основные свойства системы. Отнесение свойств системы к основным или второстепенным зависит от цели моделирования системы (например, установление очередности виртуальных соединений, анализ вероятностно-временных характеристик процесса функционирования системы, учет ограничений из-за технического контроля проходящих поездов, синтез структуры системы и т. д.).

Модель системы S , можно представить в виде множества величин, описывающих процесс ее функционирования с помощью следующих подмножеств: совокупность входных воздействий на систему – x ; совокупность воздействий внешней среды – v ; совокупность внутренних (собственных) параметров системы – h ; совокупность выходных характеристик системы – y ; совокупность начальных условий системы – z .

В перечисленных подмножествах можно выделить управляемые и неуправляемые переменные. В общем случае x, v, h, y являются элементами непересекающихся подмножеств и содержат как детерминированные, так и стохастические составляющие.

При моделировании системы S входные воздействия, воздействия от внешней среды E и внутренние параметры являются независимыми переменными, имеющими векторную форму. Процесс функционирования системы S описывается во времени некоторым оператором FS , который в общем случае преобразует независимые переменные в зависимые.

Для описания и исследования системы S разрабатывается алгоритм функционирования AS , который позволяет получить выходные характеристики с учетом входных воздействий $x(t)$, воздействий внешней среды $v(t)$ и собственных параметров системы $h(t)$. При этом один и тот же закон функционирования FS системы S может быть реализован различными способами с помощью множества различных алгоритмов функционирования AS . Закон FS является математическим описанием поведения объекта (системы) моделирования во времени t , и отражает его динамические свойства, которые характеризуется вектором. Состояние системы S в промежутке времени $t_0 < t < T$ определяется начальными условиями $z_0 = (z_1(t_0), z_2(t_0), \dots, z_k(t_0))$, входными воздействиями $x(t)$, внутренними параметрами $h(t)$ и воздействиями внешней среды $v(t)$, которые имели место за промежуток времени $t-t_0$, а также выходными характеристиками $y(t)$.

В общем случае время в модели системы S может рассматриваться на интервале моделирования $(0, T)$ как квантованное на отрезки длиной Δt единиц каждый. Таким образом, математической моделью объекта (реальной системы) является конечное подмножество переменных элементов $\{x(t), h(t), v(t), y(t)\}$ математически связанных между собой.

В технологическом процессе обслуживания подвижного состава можно выделить две основные составляющие: ожидание обслуживания заявки на автодиагностику периферийного комплекса КТСМ и собственно обслуживание заявки. Заявки, обслуженные каналом, и заявки, покинувшие накопитель не обслуженными (например, из-за внеочередного контроля проходящего поезда), обра-

зуют выходной поток. В интервалы времени между моментами выхода заявок образуется подмножество выходных переменных.

Неоднородность заявок на обслуживание, отражающая процесс в реальной системе СМО, учитывается с помощью введения классов приоритетов. Приоритеты входа поезда в зону контроля КТСМ являются абсолютными, не зависящими от состояния накопителя СМО. Они являются фиксированными в пределах решения данной конкретной задачи моделирования. При рассмотрении алгоритмов функционирования обслуживания накопителей задается набор правил по которым заявки покидают накопитель, либо правила переполнения, по которым заявки в зависимости от заполнения покидают систему, либо правила ухода, связанные с истечением времени ожидания заявки в накопителе. Весь набор возможных алгоритмов поведения заявок в СМО представляется в виде некоторого оператора алгоритмов поведения заявок A .

Процесс обслуживания начинается при отсутствии заявок в накопителе. Характерная ситуация в работе таких систем – появление заявок (требований) на обслуживание и завершение обслуживания в случайные моменты времени, т. е. стохастический характер процесса их функционирования. В общем случае моменты поступления заявок в систему S из внешней среды E образуют входящий поток, а моменты окончания обслуживания образуют выходящий поток обслуженных заявок.

СМО можно считать заданной, если определены: потоки событий (входящие потоки заявок на автодиагностику и потоки обслуживания для каждого АРМа), а также структура системы S (число фаз, число каналов обслуживания, число накопителей каждой из фаз обслуживания заявок и связи между ними). Вопросы компьютерной реализации программных генераторов, имитирующих потоки событий, базируются на особенностях построения моделирующих алгоритмов процесса функционирования таких элементов СМО, как накопители и каналы. При этом моделирующий алгоритм должен адекватно отражать процесс функционирования системы СМО.

В представленной модели реализован учет абсолютного приоритета контроля проходящего поезда при передаче данных автодиагностики, что обуславливает использование системы массового обслуживания СМО для установления очередности передачи данных с периферийных пунктов контроля КТСМ на серверный АРМ. Модель автодиагностики с использованием преимуществ, обеспечиваемых системой массового обслуживания, существенно повышает эффективность и надежность работы системы АСК ПС в целом.

УДК 621.869.888.2

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ 40-ФУТОВЫХ ISO-КОНТЕЙНЕРОВ HIGH CUBE И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОХРАННОСТИ КОНТЕЙНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

С. М. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. В. ПИЩИК

ООО «А.Т.О.М.», г. Москва, Российская Федерация

Ключевое место в системе международных грузоперевозок занимает сегмент транспортировки грузов в контейнерах различных типов. Значительная часть объема контейнерных перевозок осуществляется крупнотоннажными контейнерами, которые имеют массу брутто 10 тонн и более.

Параллельно процессу увеличения мирового парка крупнотоннажных контейнеров возникает необходимость обеспечения сохранности и детального анализа возникновения неисправностей.

Анализ эксплуатации контейнерного оборудования показывает, что порядка 90 % неисправностей относится к повреждениям и только 10 % – к неисправностям технологического и эксплуатационного характера. Основной причиной повреждения контейнеров является нарушение требований при выполнении погрузочно-разгрузочных операций и транспортировке различными видами транспорта.

Конструктивно 40-футовый ISO-контейнер High Cube состоит из следующих элементов: каркас, боковые стены (правая и левая), передняя торцевая стена, задняя торцевая стена-дверь, крыша, пол.