

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТЬЮ
ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛАMODELING IN PROBLEM OF MANAGEMENT OF RELIABILITY OF TRANSPORT
SERVICE OF CONTAINER TERMINAL

В статье посредством аппарата сетей Петри моделируется организация ремонта перегрузочной техники (ричстакеров) контейнерного терминала.

In the article the organization of repair of reloading technics (reashstackers) of container terminal is modeled by means of the device of Petri's nets.

Ключевые слова: сети Петри, надежность, техническое состояние, ремонт, ричстакер.

Key words: Petri nets, reliability, operating conditions, repair, reashstacker.

ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ парка перегрузочной техники (ПТ) со средним наработкам, соответствующим капитальному ремонту, снижается надежность из-за отказов. При этом терминальный оператор должен иметь оснащенную ремонтную базу и страховой запас запасных частей. Страховой запас запчастей определяется по имеющимся статистическим данным. При эксплуатации морально устаревшей, снятой с производства техники можно столкнуться с проблемой закупки необходимых запчастей. Кроме проблем с запасными частями, эксплуатация такой техники приводит к падению имиджа организации.

При ремонте перегрузочной техники при отсутствии ремонтной базы намного эффективней производить ремонт агрегатным методом, при котором заменяется агрегат (гидрораспределитель, насос и т. д.). При этом техника вводится в эксплуатацию в короткие сроки, а вышедший из строя агрегат ремонтируется.

Задача обеспечения оптимального уровня надежности контейнерного терминала имеет два аспекта — критериальный и алгоритмический.

В условиях рыночной экономики надежность в большинстве случаев перестает быть критериальным показателем, а ее обеспечение — конечной (системной) целью управления производственно-экономической систе-

мой. С этой точки зрения, по нашему мнению, нуждается в переоценке классическая концепция Н. П. Бусленко [1]. Именно, если k — показатель надежности системы, а $k_0, k_{\text{тек}}$ — соответственно его максимальное и текущее значения, то разность $\Delta k = |k_0 - k_m|$ не должна служить системным критерием, поскольку ее уменьшение может в итоге привести к ухудшению итоговых экономических показателей.

Таким образом, обеспечение надежности должно опираться на системный, экономический критерий эффективности. С формальной точки зрения затраты на обеспечение приемлемого уровня надежности должны входить в ограничения соответствующей задачи математического программирования.

На многих контейнерных терминалах основным типом ПТ является ричстакер (RS). RS является сложной технической системой, в которой функционально выделяются пять подсистем:

$RS = \{\text{ЭС, ГС, ГПС, ДВ, ХКП}\},$

здесь: ЭС — электрическая система; ГС — гидравлическая система; ГПС — грузоподъемная система; ДВ — двигатель; ХКП — ходовая часть (ведущий и рулевой мост, коробка передач).

Взаимодействие подсистем RS между собой отражено на рис. 1. При выходе из строя одной из них RS переходит из состояния «ис-

правный» в состояние «работоспособный» или в состояние «неработоспособный».

Чем больше элементов содержит система и чем сложнее ее структура, тем больше вероятность отказа такой системы. В ряде работ (например, [4]), вероятность P безотказной работы объекта равна произведению вероятностей безотказной работы составляющих подсистем:

$$P = P_{ЭС} P_{ГС} P_{ГПС} P_{ДВ} P_{ХКП} = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

где P_i — надежность i -го узла.

Нам представляется такой подход излишне упрощенным, поскольку формула (1) априори предполагает статистическую (а значит, и технологическую, эксплуатационную) независимость соответствующих случайных событий. Наличие независимости должно быть установлено или отвергнуто математико-статистическими методами. В общем же случае применение теоремы умножения вероятностей должно опираться на условные вероятности [2] комбинаций отказов.

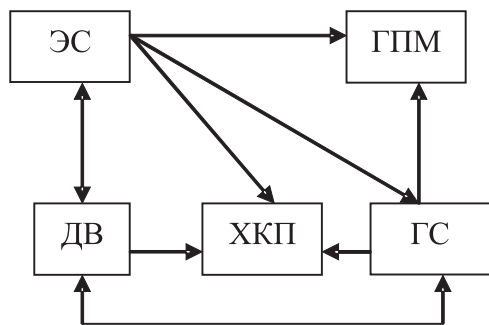


Рис. 1. Взаимосвязь систем RS

Косвенным подтверждением наличия существенных зависимостей между подсистемами RS служат данные [5], согласно которым общий срок службы контейнерных погрузчиков составляет 50 тыс. моточасов, хотя отдельные агрегаты имеют меньший срок службы.

Контроль технического состояния RS может проводиться по большому количеству параметров, различающихся своей

информативностью. Для минимизации необходимого объема информации о техническом состоянии RS произведен отбор наиболее информативных показателей: давление масла в двигателе; давление масла в гидравлической системе (в цилиндрах подъема, тормозной системе, гидравлической системе спредера, рулевой системе); контролируется износ рулевых пальцев, твистлоков спредера, общее состояние металлоконструкций.

Техническое состояние RS имеет 3 уровня (рис. 2):

I — исправное состояние;

II — неисправное, работоспособное состояние;

III — неработоспособное состояние (отказ RS).

Уровень I характеризует исправное состояние I_0 . В процессе работы происходит накопление отклонений параметров и переход в состояние I_n того же уровня:

$$I_0 \pm \Delta O_1 \pm \Delta O_2 \pm \dots \pm \Delta O_n \rightarrow I_n$$

или происходит смена уровня и переход в состояние P_n II уровня:

$$I_0 \pm \Delta O_1 \pm \Delta O_2 \pm \dots \pm \Delta O_n \rightarrow P_n,$$

где ΔO_n — отклонение параметра; n — число отклонений.

При отклонении параметров от нормативных диапазонов система переходит из исправного состояния в работоспособное, а при переходе критической границы параметра — в неработоспособное:

$$I_0 \rightarrow P_n,$$

$$I_0 \rightarrow \text{ОТКАЗ}.$$

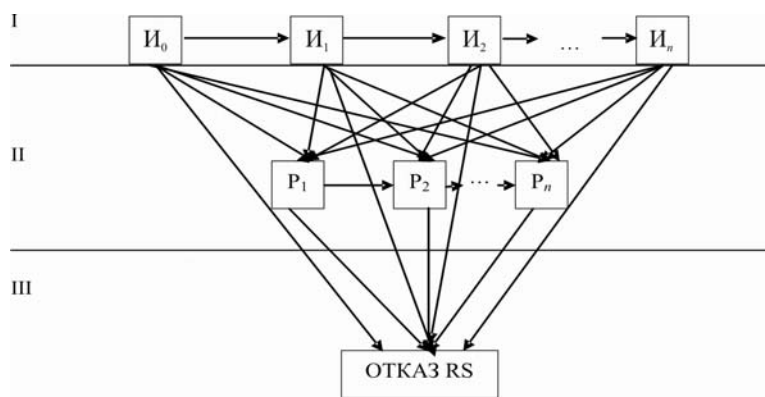


Рис. 2. Граф работоспособности RS

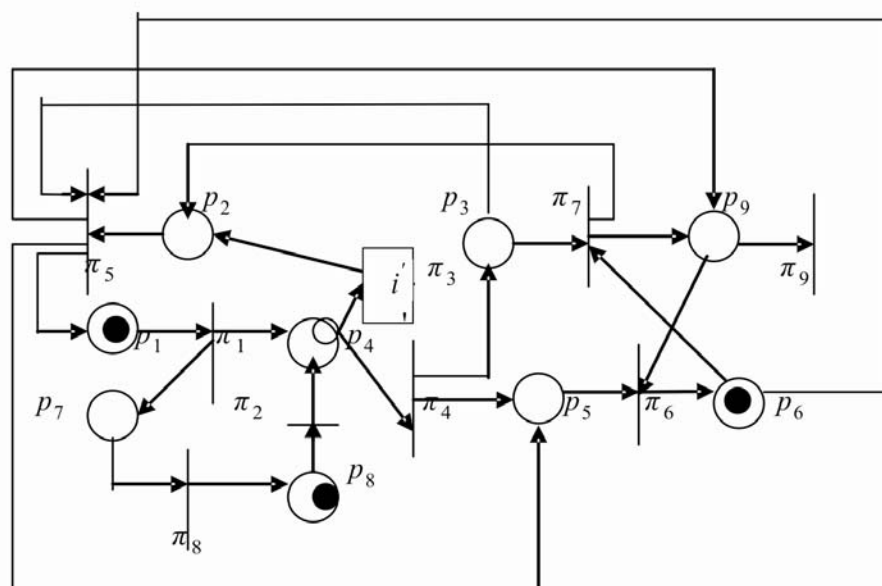


Рис. 3. Сеть Петри состояний работоспособности ПТ (RS):

p_1 — исправное состояние; p_2 — неисправное, работоспособное состояние;
 p_3 — неработоспособное состояние; p_4 — диагностика; p_5 — заявка на снабжение;
 p_6 — наличие запчастей на складе; p_7 — информация об отказе; p_8 — заявка на ремонт;
 p_9 — наличие деталей (агрегатов) на списание; π_1 — отказ системы или механизма; π_2 — ремонт;
 π_3 — возможность ремонта в течение часа; π_4 — ремонт длительностью более часа;
 π_5 — восстановление исправного состояния; π_6 — заказ запасных частей; π_7 — восстановление работоспособного состояния; π_8 — вызов ремонтной службы; π_9 — списание дефектных деталей

Уровень II характеризует работоспособное состояние. В процессе работы происходят накопление отклонений ΔO_n , переход из состояния P_1 в состояние P_n :

$$P_1 \pm \Delta O_1 \pm \Delta O_2 \pm \dots \pm \Delta O_n \rightarrow P_n$$

или происходит переход на III уровень и переход в неработоспособное состояние:

$$P_1 \pm \Delta O_1 \pm \Delta O_2 \pm \dots \pm \Delta O_n \rightarrow \text{ОТКАЗ.}$$

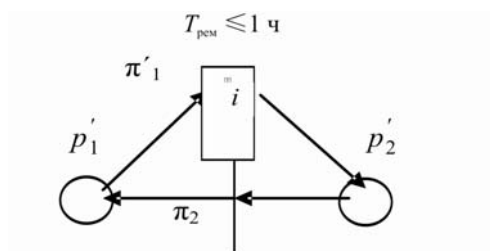
Уровень III характеризует отказ RS.

При проведении профилактических работ выявляются отклонения технических параметров и проводятся ремонтно-восстановительные работы, что приводит к возвращению ПТ (RS) в состояние II уровня или I уровня. Процесс обеспечения работоспособности моделируется сетью Петри, представленной на рис. 3.

В позиции p_1 фишка (k) имеет значение $k = 5$ по числу подсистем RS. Переход π_1 —

переход в неработоспособное состояние. Информацию об отказе инициирует докер-механизатор p_7 . Фишка в позиции p_8 — готовность ремонтной службы (переход π_2 — ремонт). Диагностика отказа отражена позицией p_4 , содержащей объективный конфликт. Позиция p_4 имеет вложенную сеть (рис. 4). При устранении дефекта в течение часа ПТ переходит в неисправное, но работоспособное состояние. Переход π_3 имеет метку i' [3]. Во вложенной сети позиции p_4 переход π_1' имеет метку i ; при совпадении этих меток возбуждается переход π_3 . Для совпадения меток переход π_1' имеет охрану $T_{\text{рем}} \leq 1$ ч. Если метки не совпадают, то возбуждается переход π_4 . В позиции p_6 фишка имеет значение kn , по количеству находящихся на складе запасных частей.

Как показывает анализ сети, в позиции p_4 возникает конфликтная ситуация. При

Рис. 4. Сеть Петри позиции p_4

выявлении дефекта, на устранение которого необходимо затратить более часа, необходимо вводить в работу резервный RS. При отсутствии резерва и наличии транспортных средств под обработку восстановление RS в зависимости от сложности работ производится до работоспособного технического состояния.

Список литературы

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978. — 399 с.
2. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. — М.: Наука, 1965. — 524 с.
3. Ломазова И. А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределенных систем с объективной структурой. — М.: Научный мир, 2004. — 208 с.
4. Максименко А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.
5. Wheeler P. Phones phoneyes and foresight // Port Strategy. — 2005. — P. 32–35.

УДК 681.3

Е. И. Никитина,
аспирант,
СПГУВК

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ КОМПОНЕНТ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

WAVELET ANALYSIS AS A BASIC COMPONENT OF THE CONTEMPORARY IMAGE COMPRESSION STANDARDS

Вейвлет-анализ произвел революцию в области теории и практики обработки нестационарных сигналов. Особо большое развитие получила практика применения вейвлетов для решения задач сжатия и обработки изображений. Было достигнуто одновременное снижение сложности и повышения эффективности сжатия. В данной статье будет произведено сравнение различных алгоритмов сжатия изображений на примере биочипов ДНК.

Wavelet analysis made a revolution in theory and practice of signal processing. Using wavelets for image compression was especially progressive. Simultaneous complexity decrease and performance increase of compression was achieved. This article examines comparison of various image compression algorithms by way of DNA microarrays example.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, сжатие изображений, алгоритм сжатия, биочип, эффективность сжатия.

Key words: wavelet transform, image compression, shrinking algorithm, microarray, compression performance.