

9. Блинцов, В. С. Привязные подводные системы. [Текст] / В. С. Блинцов. – К.: Наукова думка, 1998. – 142 с.
10. Блінцов, О. В. Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проектах глибоководної археології. [Текст] / О. В. Блінцов А. В. Надточій // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 1, № 3(67). – С. 25–29. – Режим доступа: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/21045/19318>
11. Рижков, С. С. Створення універсальних транспортних суден і засобів океанотехніки [Текст]: монографія / С. С. Рижков, В. С. Блінцов, Г. В. Єгоров, Ю. Д. Жуков, В. Ф. Квасницький, К. В. Кошкін, І. В. Кривцун, В. О. Некрасов, В. В. Севрюков, Ю. В. Солоніченко; за ред. С. С. Рижкова. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2011. – 340 с.
12. Govindarajan, R. Underwater Robot Control Systems [Text] / R. Govindarajan, S. Arulselvi, P. Thamarai // International Journal of Scientific Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 2, Issue 4. – P. 222–224.
13. Чан, Там Дык Структура системы автоматического управления движением системы мониторинга морской акватории [Текст] / Чан Там Дык // Підводна техніка і технологія: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2012. – С. 116–120.
14. Molchan, M. The Role of Micro-ROVs in Maritime Safety and Security [Text] / M. Mochlan. – Sciences, 2005. – 44 p.
15. Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг [Текст]: уч. пос. / И. В. Якунина, Н. С. Попов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.
16. Агеев, М. Д. Автономный подводный аппарат – идеальная прецизионная платформа для подводных гравиметрических измерений [Текст] / М. Д. Агеев // Подводные исследования и робототехника. – 2009. – № 1(7) – С. 4–8.
17. Blintsov, A. V. Intelligent fault detection system of underwater vehicle electrical devices [Text] / A. Blintsov // Innowacyjne Materialy i Technologie w Elektronice": Materiały konferencyjne. VIII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna". – Zielona Gora: Uniwersytet Zielonogorski, 2014. – P. 32–36.
18. Блинцов, С. В. Онлайн-идентификация параметров подводного аппарата как нестационарного объекта в системе управления на базе инверсной модели [Електронне видання] / С. В. Блинцов // Вісник НУК. – 2012. – № 3. – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua/ru/material?publicationId=18267>

На підставі використання методів теорії графів та об'єктно-орієнтованого аналізу удосконала графоаналітична модель функціонування залізничної станції. Модель забезпечує підвищення швидкості людино-машинної взаємодії за рахунок автоматизованої вставки на план-графік повного комплексу операцій технології обслуговування об'єктів, автоматизованої модифікації груп операцій і автоматичного розрахунку показників роботи станції. Розроблена модель реалізована як додаток до AutoCAD

Ключові слова: залізнична станція, технологічний процес, план-графік роботи станції, математична модель

На основании использования методов теории графов и объектно-ориентированного анализа усовершенствована графоаналитическая модель функционирования железнодорожной станции. Модель обеспечивает повышение скорости человеко-машинного взаимодействия за счет автоматизированной вставки на план-график полного комплекса операций технологии обслуживания объектов, автоматизированной модификации групп операций и автоматического расчета показателей работы станции. Разработанная модель реализована как приложение к AutoCAD

Ключевые слова: железнодорожная станция, технологический процесс; план-график работы станций, математическая модель

УДК 656.212

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.30906

ГРАФО- АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИ- РОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

А. И. Верлан

Заместитель генерального директора
Общество с ограниченной
ответственностью с иностранными
инвестициями «Трансинвестсервис»
ул. Чапаева 50, с. Визирка,
Одесская обл., Украина, 67543
E-mail: averlan@tis.ua

1. Введение

В современных условиях основным методом комплексного анализа работы магистральных и промышленных железнодорожных станций является

построение графической модели в виде плана-графика [1]. Планы графики строят с целью согласования работы всех парков станций, подъездных путей, определения загрузки основных элементов станций, сокращения межоперационных интервалов и опре-

деления наиболее напряженных периодов в работе станции.

Традиционная схема разработки и комплексного анализа технологии железнодорожных станций представлена на рис. 1.

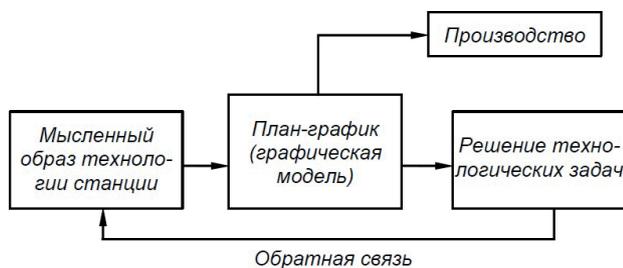


Рис. 1. Традиционная схема разработки и комплексного анализа технологии железнодорожных станций

В процессе решения технологических задач инженер-технолог нуждается во внешнем накопителе информации, которым и является графическая модель станции в виде плана-графика. План-график имеет большую информационную емкость и обеспечивает высокую скорость поиска и выбора необходимых данных. Процесс взаимодействия технолога с графической моделью является одним из важнейших, облегчающих принятие решения. Недостатком традиционной технологии является наличие значительного числа рутинных операций, связанных с построением, модификацией и анализом плана-графика.

В этой связи актуальной задачей для железнодорожного транспорта является использования автоматизированных технологий для получения технико-эксплуатационной оценки функционирования железнодорожных станций.

2. Анализ проблемы автоматизации оценки технико-эксплуатационных показателей работы железнодорожных станций

В настоящее время для построения планов-графиков работы станций широко используются универсальные графические редакторы, такие как AutoCAD, CorelDraw и др. Это позволяет существенно упростить процесс хранения и передачи информации, повысить качество оформления чертежей. Однако скорость разработки планов графиков и их анализа осталась практически неизменной.

Основная проблема использования универсальных графических редакторов связана с тем, что план-график работы станции в них рассматривается как множество несвязных графических примитивов, что существенно усложняет его автоматический анализ.

С появлением персональных ЭВМ начали активно развиваться имитационные модели работы станций. В [2] описана имитационная модель, в которой технология обслуживания поездов и вагонов формализована с помощью сетевых графиков. Сетевые графики представляют достаточно наглядный метод описания сложных комплексов технологических операций, однако они не дают возможности описывать циклические процессы, а также обслуживание объекта по

разным вариантам. В значительном количестве работ технологический процесс обслуживания поездов и вагонов описывается с помощью сетей Петри. Так в [3] приведена методика построения математической модели функционирования станции на базе сетей Петри. В [4] описано практическое применение модели функционирования станции на базе сетей Петри для определения задержек. В [5] представлен программный комплекс CASSANDRA для функционального моделирования станций. В программном комплексе железнодорожная инфраструктура описывается с помощью элементарных объектов (участков путей, стрелок, платформ и др.), а технология обслуживания поездов и вагонов с помощью сетей Петри. Общим недостатком использования сетей Петри является то, что они не позволяют решать задачи выбора очередности обслуживания поездов.

В качестве путей преодоления данной проблемы в [6] предлагается концепция эргатического моделирования станций. При этом в случае возникновения конфликтных ситуаций, предлагается выполнять прерывание процесса моделирования, в ходе которого человек, выполняющий моделирование, указывает очередность обслуживания объектов. В качестве модели технологического процесса станции в [6] предложено использовать конечный автомат. В [7] предложено развитие модели функционирования станции, изложенной в [6], для решения задач технико-эксплуатационной оценки работы станций на основании планов-графиков. Общая структура имитационной модели функционирования железнодорожной станции, в которой технология работы описывается с помощью конечных автоматов, проверка адекватности данной модели, а также примеры ее практического применения для построения компьютерных тренажеров, разработки технологии функционирования станций, их технико-эксплуатационной оценки представлены в [8]. В целом имитационные модели позволяют исследовать работу станций в условиях изменения объема работы и технического оснащения станций путем проведения значительного количества вычислительных экспериментов в автоматическом режиме. Проблемы использования имитационных моделей на этапе разработки технологии железнодорожных станций изложены в [9]. В данной работе отмечено, что сложность формализации технологических процессов сдерживает их внедрение на железнодорожном транспорте так, как затраты на построение модели не компенсируются высокой скоростью получения показателей работы станции. Особенно острой эта проблема является для грузовых, припортовых и промышленных станций. Характерными особенностями этих станций является то, что на них производится обработка сравнительно небольшого количества объектов, но со сложной и уникальной технологией, а технические средства (пути, локомотивы и др.) используются в зависимости от сложившейся оперативной обстановки.

Совмещение простоты построения и визуального анализа графических моделей с возможностью автоматической модификации и автоматического определения технико-эксплуатационных показателей представляют графоаналитические модели [10, 11]. Схема разработки и комплексного анализа технологии же-

лезнодорожных станций при использовании графоаналитических моделей представлена на рис. 2.

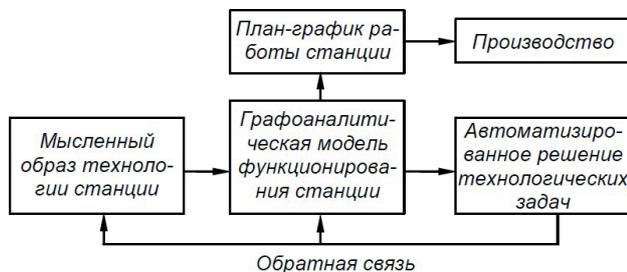


Рис. 2. Схема автоматизированной разработки и комплексного анализа технологии железнодорожных станций на базе графоаналитической модели

Направлением развития графоаналитической модели представленной в [10] является совершенствование ее структуры и методов анализа с целью увеличения доли операций, выполняемых ЭВМ в автоматическом режиме.

3. Цель и задачи исследования

Целью данной работы является совершенствование методов оценки технико-эксплуатационных показателей функционирования железнодорожных станций за счет использования графоаналитической модели.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи исследования:

- формализация процесса функционирования железнодорожной станции в виде графоаналитической модели;
- разработка методов автоматизированной модификации модели и оценки функционирования работы станции;
- практическая реализация разработанной модели в виде графического редактора.

4. Методика построения графоаналитической модели

В качестве методов исследования использовались методы теории графов и объектно-ориентированного анализа.

Железнодорожная станция представляет собой сложную систему, в которой происходит обслуживание объектов (вагонов, поездов и составов) техническими средствами и исполнителями (маневровые локомотивы, бригады ПТО и ПКО, сигналисты, пути, горка и др.) путем выполнения технологических операций (техническое обслуживание, закрепление, ропуск, опробование тормозов и т. п.) в соответствии с установленным технологическим процессом. В этой связи графоаналитическая модель функционирования станции включает в себя модель технического оснащения станции, модель процесса функционирования станции, список обслуживаемых объектов и список технологий обслуживания объектов.

В качестве модели технического оснащения станции используется параметрическое дерево $D(V, E)$

[13]. Вершинам дерева соответствуют отдельные технические средства и исполнители станции, а также их группы, а дугам – связи принадлежности. Все множество вершин V разделено на три подмножества V_n, V_g, V_s . Вершинам V_n , представляющим собой листья дерева, соответствуют отдельные технические средства и исполнители (пути, локомотивы, погрузо-разгрузочные механизмы, бригады ПТО и т. п.). Графическим отражением модели технического оснащения станции является сетка плана-графика. При этом на сетке плана-графика вершины V_r отображаются в виде отдельных строк. Корню дерева V_s соответствует вся станция. Остальным узлам V_g соответствуют группы технических средств, выделенные по определенным технологическим принципам (парки, пункты грузовой работы и т. п.). Каждой вершине поставлен в соответствие список параметров. В частности, тип вершины (строка, группа строк, станция) определяет параметр t_b . Для определения структуры дерева каждой вершине v в соответствие поставлена вершина u_b , так, что $u_b \rightarrow v$. Остальные параметры зависят от типа вершины. В частности вершины $v_r \in V_r$ в памяти ЭВМ представляются как

$$v_r = \{t_b, u_b, s_r, n_r, y_r, h_r, z_r\},$$

где s_r – вектор специализаций исполнителя (технического средства), соответствующих видам операций, которые он может выполнять; n_r – название исполнителя (технического средства); y_r, h_r, z_r – соответственно ордината, высота и видимость строки на суточном плане-графике.

Вершины $v_g \in V_g$ в памяти ЭВМ представляются структурами

$$v_r = \{t_b, u_b, n_r, w_g\},$$

где n_r – название группы исполнителей; w_g – ширина группы исполнителей на суточном плане графика.

Вершина v_s в памяти ЭВМ представляется структурой

$$v_s = \{t_b, u_b, p_s, s_s, w_s\},$$

где p_s – период моделирования; s_s – горизонтальный масштаб; w_s – ширина столбца названий строк.

Функционирование станции представляется как процесс обслуживания объектов отдельными исполнителями. В качестве объектов могут рассматриваться вагоны, составы, локомотивы и др. Моделью обслуживания объекта является ориентированный граф $G(O, L)$. Вершинам графа соответствуют отдельные операции занятия исполнителей объектами во время обслуживания, а дугам – причинно-следственные связи между операциями. Структура графа G в памяти ЭВМ представляется списками инцидентности. При этом, каждой вершине o в соответствие ставятся списки предшествующих p_o и последующих n_o вершин. Выполнение отдельных операций может требовать задействования нескольких исполнителей (технических средств). Так в надвиге состава на горку задействованы путь парка прибытия, путь надвига и маневровый локомотив. В этой связи вершины a и c , такие, что $a \rightarrow c$ и $c \rightarrow a$ рассматриваются как одновременное занятие

нескольких исполнителей для выполнения одной операции. Каждая операция в памяти ЭВМ представляется следующей структурой

$$o = \{p_o, n_o, t_o, b_o, v_o, x_o, w_o, l_o, d_o\},$$

где t_o – тип операции; b_o – идентификатор объекта, с которым выполняется операция; v_o – идентификатор исполнителя, выполняющего операцию; x_o, w_o – соответственно момент начала и продолжительность выполнения операции; l_o – параметр, указывающий на положение точки вставки значка в левом или правом нижнем углу; d_o – вектор дополнительных параметров, зависящий от типа операции.

Дополнительными параметрами операции могут быть количество вагонов, принимающее в ней участие, номер поезда и др. Параметры операций могут представлять собой константы, или принимать значения параметров объектов b_o , с которыми выполняются операции.

Продолжительность операции может представлять собой константу или функциональную зависимость от параметров операции d_o .

Пример графового представления технического оснащения и функционирования станции при обслуживании транзитных поездов представлен на рис. 3.

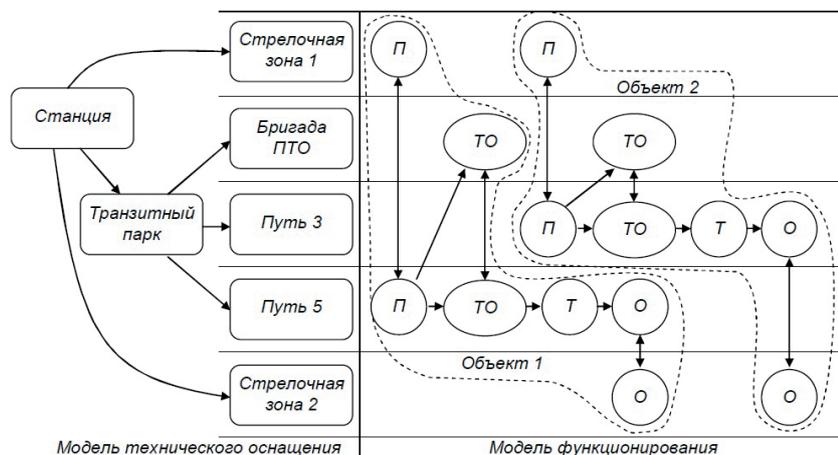


Рис. 3. Графовое представление технического оснащения и функционирования станции: П – прием поезда; ТО – техническое обслуживание состава; Т – проба тормозов; О – отправление

Графическим отображением отдельных операций являются значки [13], соответствующие типу вершины.

Добавление значка на план-график осуществляется в результате выбора манипулятором мышь его типа на панели инструментов и последующего указания точки вставки. При вставке осуществляется автоматическое позиционирование значка относительно сетки и ранее добавленных значков. Модификация значков производится манипулятором мышь с помощью ручек перемещения и изменения размеров, появляющихся при выделении, диалогового окна свойств, панели инструментов, клавишных комбинаций и др.

Объединение операций в группы с помощью списков p_o, n_o , позволяет автоматически изменять их вре-

мя начала и продолжительность при изменении соответствующих параметров одной из операций группы.

Группе операций в соответствие может ставиться объект b путем указания его идентификатора b_o . При этом каждому объекту в соответствие ставиться список параметров d_b . Изменение параметров объектов обеспечивает синхронное изменение соответствующих параметров всех связанных с ним операций.

Упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента появления объекта обслуживания на станции до завершения действий с ним, представляет собой технологию его обслуживания.

Технология обслуживания объекта формализуется с помощью ориентированного графа $H(T, L)$, подобного графу G . Вершинами T графа H являются шаблоны операций, а дугами L – связи между ними. Отдельные операции t при описании технологии в памяти ЭВМ представляется структурой

$$t = \{p_t, n_t, t_o, s_t, x_t, w_t, l_o, d_{tt}\},$$

где s_t – специализация исполнителя, выполняющего операцию; x_t, w_t – соответственно условный момент начала и продолжительность выполнения операции;

d_{tt} – вектор значений по умолчанию дополнительных параметров, зависящий от типа операции.

Создание технологии может осуществляться в отдельном редакторе, либо автоматизировано на основании фрагмента функционирования станции. При этом идентификатор исполнителя v_o заменяется его специализацией из списка s_t .

При добавлении объекта ЭВМ осуществляет выбор исполнителей в соответствии с их специализацией таким образом, чтобы общая продолжительность обслуживания объекта была минимальной.

Учитывая то, что на станциях обслуживание преимущественной части объектов происходит по типовым технологиям, то формальное их представление позволяет существенно ускорить построение и модификацию модели функционирования станции.

Разработанная графоаналитическая модель позволяет в автоматическом режиме определять часть показателей функционирования станции. В частности коэффициент загрузки исполнителей и технических средств станции рассчитывается как

$$\gamma_i = \frac{\sum_{j=1}^k w_j}{P_s}, w_j = \begin{cases} w_{oj}, & \text{при } v_{oj} = i, \\ 0 & \text{при } v_{oj} \neq i, \end{cases}$$

где k – общее количество исполнителей станции.

Также автоматически определяются вагоно-часы простоя, соответствующие выделенной группе операций.

5. Практическое применение графо-аналитической модели работы железнодорожной станции

В процессе исследований представленная модель была реализована в виде приложения к графическому пакету AutoCAD на языках Visual LISP и Visual Basic. Окно графического редактора в процессе разработки графоаналитической модели функционирования станции представлено на рис. 4. Учитывая, что разработка плана-графика представляет преимущественно традиционный процесс добавления, удаления и модификации значков, то разработанный интерфейс является интуитивно понятным технологу и практически не требует дополнительного обучения. В то же время, наличие математической модели позволяет существенно повысить скорость создания планов-графиков за счет добавления групп значков, соответствующих технологии обслуживания объектов, а также согласованной модификации операций с объектами. Наличие математической модели также позволяет в автоматическом режиме определять часть показателей работы станции, такие как загрузка технических средств, вагоно-часы простоя и др.

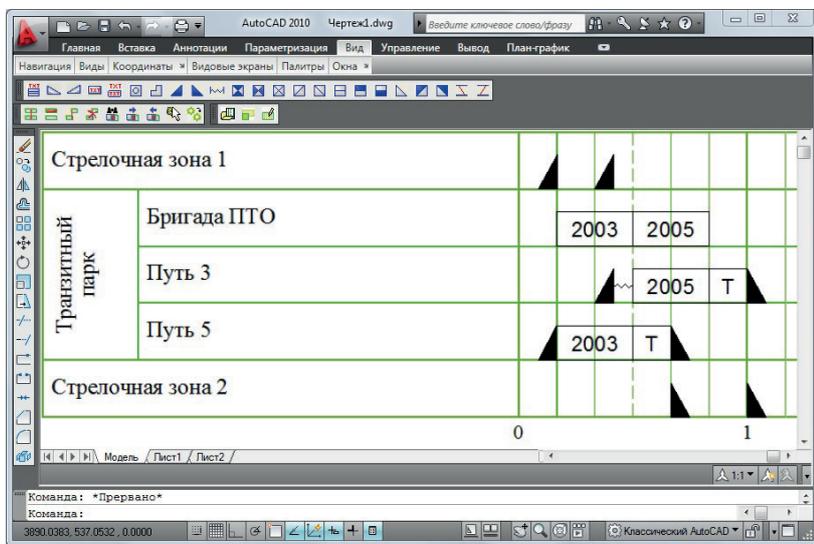


Рис. 4. Окно графического редактора в процессе построения модели функционирования железнодорожной станции

Формальное представление процесса функционирования станции также позволяет в автоматическом режиме формировать файлы исходных данных для имитационного моделирования станционных процессов [11], что дает возможность выполнять множественные имитационные эксперименты в условиях

воздействия на стационарные процессы случайных факторов.

Программный комплекс использован на практике для комплексного анализа работы припортовой станции Химическая ООО с ИИ «Трансинвестсервис», определения ее пропускной и перерабатывающей способности и показал свою эффективность для решения технологических задач. В целом предложенные модели и методы позволяют более чем в два раза сократить трудозатраты на построение планов-графиков.

6. Выводы

Выполненные в работе исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Основной задачей, которую необходимо решить для автоматизации процесса разработки и анализа технологии работы железнодорожных станций, является повышение эффективности человеко-машинного взаимодействия при построении математических моделей станционных процессов. Разработка эффективной автоматизированной системы анализа технологии работы железнодорожных станций требует повышения эффективности человеко-машинного взаимодействия при построении математических моделей станционных процессов. При этом структура модели функционирования станции должна обеспечивать автоматический анализ станционных процессов на основании минимума вводимой человеком информации. Эффективным методом представления процессов функционирования железнодорожных станций на этапе разработки и комплексного анализа их технологии являются графоаналитические модели. Эти модели обеспечивают высокую скорость человеко-машинного взаимодействия и снижают барьер между когнитивной моделью инженера-технолога того, чего он хочет достичь, и «пониманием» компьютером поставленных перед ним задач.

2. Усовершенствованная графоаналитическая модель функционирования железнодорожной станции за счет добавления списка объектов и технологий, а также дополнительных связей между операциями позволяет увеличить количество операций, выполняемых ЭВМ автоматически и снизить нагрузку на проектировщика при разработке и анализе технологии функционирования железнодорожных станций.

Литература

1. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції. ЦД-0081 [Текст] / Затв.: наказ Укрзалізниці 22.12.09. № 715-Ц. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2010. – 230 с.
2. Бобровский, В. И. Функциональное моделирование железнодорожных станций в тренажерах оперативно – диспетчерского персонала [Текст] / В. И. Бобровский, Р. В. Вернигора // Математичне моделювання. – 2000. – № 2 (5). – С. 68–71.
3. Giua, A. Modeling and supervisory control of railway networks using Petri nets [Text] / A. Giua, C. Seatzu // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. – 2008. – Vol. 5, Issue 3. – P. 431–445. doi: 10.1109/tase.2008.916925

4. Milinkovic, S. A fuzzy Petri net model to estimate train delays [Text] / S. Milinkovic, M. Markovic, S. Veskovic, M. Ivic, N. Pavlovic // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2013. – Vol. 33. – P. 144–157. doi: 10.1016/j.simpat.2012.12.005
5. Szücs, G. Railway Simulation with the CASSANDRA Simulation System [Текст] / G. Szucs // Journal of Computing and Information Technology. – 2001. – Vol 9, Issue 2. – P. 133–142. doi: 10.2498/cit.2001.02.04
6. Бобровський, В. И. Эргатические модели железнодорожных станций [Текст] / В. И. Бобровський, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Зб. наук. праць КУЕТТ: Серія «Транспортні системи і технології». – 2004. – Вып. 5. – С. 80–86.
7. Козаченко, Д. М. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового плану – графіку [Текст] / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробіюва // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 4 (70). – С. 18–20.
8. Bobrovskiy, V. Functional simulation of railway stations on the basis of finite-state automate [Text] / V. Bobrovskiy, D. Kozachenko, R. Vernigora // Transport Problems. – 2014. – Vol. 9, Issue 3. – P. 57–65.
9. Козаченко, Д. Н. Объектно-ориентированная модель функционирования железнодорожных станций [Текст] / Д. Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2013. – Вып. 46. – С. 47–55.
10. Козаченко, Д. Н. Комплексный анализ железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе графоаналитического моделирования [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Зб. наук. праць ДНУЗТ: «Транспортні системи та технології перевезень». – 2011. – Вып. 4. – С. 55–60.
11. Козаченко, Д. Н. Математическая модель для оценки технико-технологических показателей работы железнодорожных станций [Текст] / Д. Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2013. – Вып. 45. – С. 22–28.

Забезпечення працюючих на коліях станції та пасажирів можливе лише за умови надійного своєчасного оповіщення, виконання якого покладено на чергового по станції. Для отримання кількісних значень ймовірності своєчасного виконання оповіщення побудовано функціонально-семантичну мережу та відповідну модель. Дослідженні залежності між ймовірністю своєчасного виконання операцій та психофізіологічним станом чергового по станції і кількістю працюючих бригад на коліях станції

Ключові слова: оповіщення, черговий по станції, працюючі на коліях станції, функціонально-семантична мережа, моделювання, математичне сподівання, вірогідність оповіщення

Обеспечение безопасности работающих на путях станции и пассажиров возможно только при условии надежного своевременного оповещения, выполнение которого возложено на дежурного по станции. Для получения количественных значений вероятности своевременного выполнения оповещения построена функционально-семантическая сеть и соответствующая модель. Исследованы зависимости между вероятностью своевременного выполнения операций, психофизиологическим состоянием дежурного по станции и количеством работающих бригад на путях станции

Ключевые слова: оповещение, дежурный по станции, работающие на путях, функционально-семантическая сеть, моделирование, математическое ожидание, вероятность оповещения

УДК 656.211.5

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31353

МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ОПОВІЩЕННЯ ЧЕРГОВИМ ПО СТАНЦІЇ ПРАЦЮЮЧИХ НА КОЛІЯХ СТАНЦІЇ

С. О. Змії

Асистент*

E-mail: onilsergey@yandex.ru

В. П. Мороз

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: onilbd@yandex.ru

Р. В. Турчинов

Асистент*

E-mail: roman.kym@rambler.ru

*Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів
Українська державна академія залізничного транспорту
пл. Феєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

1. Вступ

Залізничний транспорт, як відомо, є зоною підвищеної небезпеки. Для забезпечення безперервності роботи транспорту технічний персонал виконує різ-

ного виду роботи безпосередньо на коліях станції. Ці роботи виконуються цілодобово при будь-яких погодних умовах, при достатньо великому рівні шуму та при низькій видимості. Такі умови призводять до випадків травмування із смертельними наслідками