

# ОПТИМИЗИРОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕСТОЯ СОСТАВОВ ПАСАЖИРСКИЕ ПОЕЗДОВ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Mirena Todorova \*

## ABSTRACT

В докладе анализируются престой составов вагонов на технических станции. В зависимости от длины составов и нормативного времени для выполнения различных операций, определяется время их престоя, но он отличается их фактического престоя. Для определения фактического престоя используется представление в виде модели технических станции как Герт системы.

**Key words:** технические станции, пасажирские поездов, составов вагонов, Герт системы.

## ABSTRACT

This paper presents analyses concerning the stay of the rolling stocks at the technical stations. The determined on the basis of its size and established standards stay of the rolling stock differs from the actual. In this connection the actual stay of the rolling stocks could be determined through modeling the technical stations as a GERT system.

**Key words:** technical stations, train , rolling stocks, GERT system

БЖД ЕАД - ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ единственный перевозчик пассажиров железнодорожным транспортом в Болгарии. Фирма разпала гает 1206 вагон, они из 36 серии, некоторые серии состоят из небольшое количество вагонов. Так как из-за отсутствия средства, часть серий поступили или построены в небольших количествах. Основная часть пассажирских вагонов БЖД ЕАД не соответствует техническим требованиям ходовых качества ЕС, скорости обычных услуг (до 200 км / ч) и тормозных характеристик, отсутствуют современные системы улучшения комфорта для пассажиров.

Состав вагонов должен соответствовать стандартам совместимости, безопасности и экологическим требованием, применимым к железнодорожной сети. В целях обеспечения безопасности перевозок и обеспечения комфорта

\* Mirena Todorova, MSc, Engq Lecturer, Todor Kableshkov Higher School of Transport, 158 Geo Milev Str., Sofia, Bulgariaq tel. +35929709488, MobileTel:+359 878549049, mirena\_todorova@abv.bg

пассажиров, работы по ремонту и модернизации, должны проводиться в соответствии с современными техническими стандартами обеспечения взаимодействия железнодорожного транспорта. Инвестиции помогут улучшить экологические характеристики пассажирских перевозок по железным дорогам Болгарии. В 2008 году приступили к обновлению состава быстрого и ускоренного скоростных поездов и 2009 г. обновление достигает 47 % .

Для каждого нового Графика движения поездов и План формирование поездов необходимо обвязка состав вагонов, а в последние годы чувствуется нехватка вагонов. Одно из важнейшие обстоятельства при обвязки это простой подвижного состава на технических станциях, которой устанавливается в качестве нормы и он зависит от размера композиции [1].

Технические станции оборудованы всеми устройствами для экипировки и ремонта подвижного состава и выполняют следующие операции: очистку вагонов, обмывку их, снабжение всеми видами принадлежностей, а также водой и топливом; формирование, прицепку и отцепку отдельных вагонов и переформирование составов, ремонт вагонов [2]. Основные операции в этих случаях следующие [3][4]:

- технический осмотр и ремонт вагонов – зависит от норм составов и норм вагонов;
- уборка вагонов и снабжение водой и топливом – зависит от норм вагонов
- мытые вагонов – время транзита через станции мойки – норм составов
- контролный технический осмотр, уборка и экипировка пассажирских вагонов – норм вагонов

Таким образом определяется минимальное допустимое время прибывания вагонов учитывая только время для обработки составов.

Путевое развитие технических станций (парков) определяет технологию подготовки составов к рейсу [2]. От схемы развития и числа путей зависит работа ремонтно-экипировочных и вагоноремонтных депо, пунктов осмотра и другие. Обеспеченность технических станций путевым развитием различна и часто не зависит от типа и размеров обслуживающей пассажирской станции. Так как время ремонта и экипировки одного состава равно 2—8 ч, а экипировка на большинстве станций производится в две, реже в три смены, обеспечить нормальный «съем» составов с одного пути с соблюдением технологии невозможно. Поэтому возникают неоднократные перестановки составов во время экипировки и ремонта, вывод составов для отстоя на свободные пути станции или депо и перестоя составов различается значительно от нормативных. Для определения времени простоя необходимо статистическое исследование всего технологического времени по операции и использование сетевых моделей.

При моделировании промышленных и транспортных комплексов наиболее гибкими и полезными оказываются сетевые модели со стохастической структурой. Стохастическую сеть определяем как сеть, которая может быть выполнена только при выполнении некоторого подмножества дуг. Время выполнения каждой дуги /операции/ выбирается в соответствии с вероятным распределением. В стохастических сетях для выполнения узла не является

необходимым выполнение всех дуг входящих в него. Поэтому в таких моделях допускается существование циклов и петел [5],[6],[7] .

Узлы стохастической сети могут быть интерпретированы как состояния системы, а дуги - как переходы из одного состояния в другое. Такие переходы можно рассматривать как выполнение обобщенных операций, характеризуемых плотностью распределения, и вероятностью выполнения. Каждый внутренний узел стохастической сети выполняет две функции, одна из которых касается входа в узел, а другая- выхода. Обычно эти функции называют входной и выходной.

Входная функция определяет условие, при котором узел может быть выполнен. Существует три типа входных функций - узел выполняется, если выполнены все дуги, входящие в него; узел выполняется, если выполнена любая дуга, входящая в него и узел выполняется, если выполнена любая дуга, входящая в него, при условии, что в заданный момент времени может выполняться только одна дуга.

Выходная функция определяет совокупность условий, связанных с результатом выполнения узла. Другими словами, с помощью выходной функции, указывается, должны ли выполняться все операции, которым данный узел непосредственно предшествует, или только одна из них. Начальный узел сети выполняет только выходную функцию, в то время как конечный узел - только входную. Существует два типа выходных функций - Тип 1- все дуги, выходящие из узла, выполняются, если этот узел выполнен. Данная функция называется детерминированной выходной функцией; Тип 2. Ровно одна дуга, выходящая из узла, выполняется, если узел выполнен. Выбор такой дуги может быть описан с помощью вероятности. Поэтому эта функция называется вероятностной.



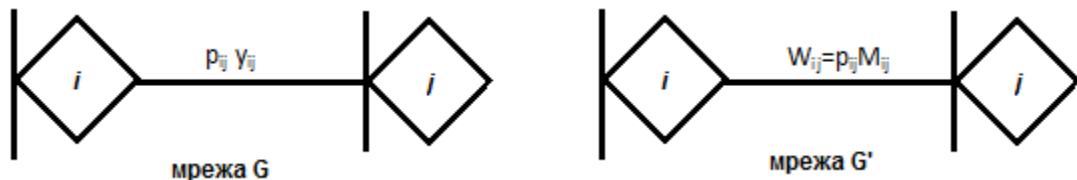
Фигура 1

Мы будем рассматривать два типа узлов: а) узлы с третьим типом входной функции и детерминированной выходной функцией и б) узлы с третьим типом входной функции и вероятностной выходной функцией. Сети, содержащие только два типа узлов, называются ГЕРТ - сетями.

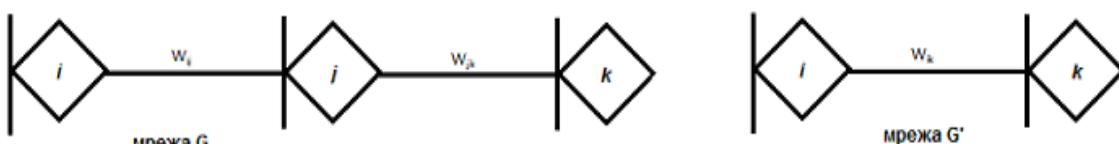
Рассмотрим сеть  $G = (N, A)$ , содержащую только ГЕРТ- узлы, которые образуют множество  $N$ . Пусть время выполнения операции  $(i, j)$  есть случайная величина  $Y_{i, j}$ . По определению операция  $(i, j)$  может быть выполнена только в том случае, если выполнен узел  $i$ . Поэтому для изучения вопросов, связанных с выполнением этой операции, необходимо знать условную вероятность (в дискретном случае) или плотность распределения (в непрерывном случае) случайной величины  $Y_{i, j}$  при условии, что узел  $i$  выполнен. Это в свою очередь позволяет провести исследования, связанные с выполнением всей сети. В

частности, можно определить моменты распределения времени выполнения сети, с помощью которых будут вычислены математическое ожидание и дисперсия времени ее выполнения.

С помощью преобразования всегда можно определить сеть  $G'$ , которой идентична структуре сеть  $G$ , только вместо двух параметров дуг  $p_{ij}$  и  $y_{ij}$  присутствует один параметр  $W_{ij} = p_{ij}M_{ij}$  /фиг.2/ и трех частных случая:  $G$  состоит от двух последовательных ветвей /фиг.3/



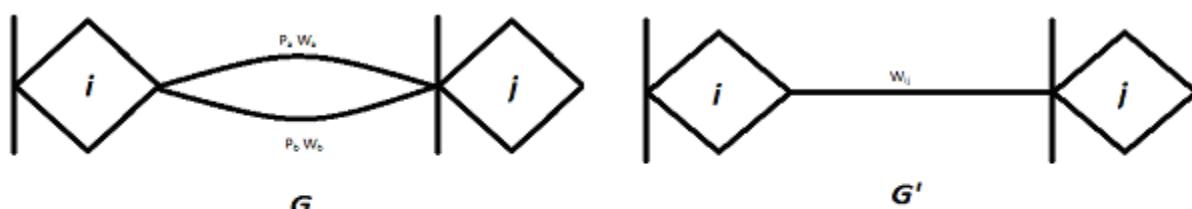
Фигура 2



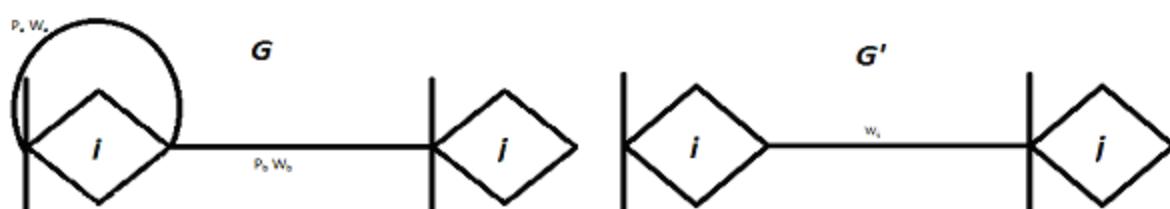
Фигура 3

$$W_{ik}(s) = [P_{ij} * M_{ij}(s)] * [P_{jk} * M_{jk}(s)] = W_{ij} * W_{jk} \quad (1)$$

$G$  состоит от двух параллельные ветвей /фиг.4/ и  $G$  состоит от петлей /фиг.5/



Фигура 4

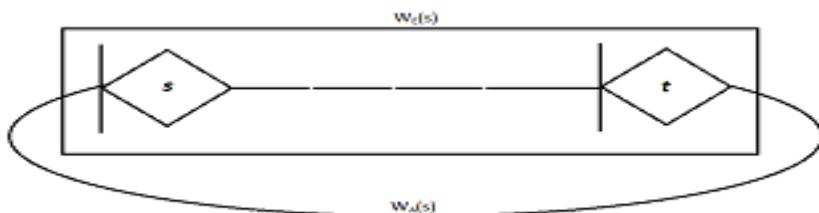


Фигура 5

$$W_{ik}(s) = [P_{ij} + P_{jk}]^* \frac{M_{ij}^* P_{ij} + P_{jk}^* M_{jk}}{P_{ij} + P_{jk}} = W_{ij} + W_{jk} \quad (2)$$

Таким образом если ГЕРТ –сеть се состоит из параллельных и последовательных цепей или/и петель, то она може быдь преобразована в эквивалентную сеть состоящую из одной единственной ветви. Данный результат обобщается на любую ГЕРТ- сеть, поскольку можно комбинировать базисные преобразования.

Цель использования системы ГЕРТ в стохастическом сетевом анализе состоит в вычислении математического ожидания и дисперсии времени выполнения сети (которые рассматриваются здесь как общий параметр сети) и вероятности выполнения стока (или стоков). Очевидно, что коэффициент пропускания дуги ГЕРТ-сети есть соответствующая W- функция. Для того чтобы применить эти результаты к открытой сети, необходимо ввести дополнительную дугу с W-функцией  $W_a(s)$  , соединяющую сток  $t$  с источником  $s$ . Затем для модифицированной сети нужно найти все петли (вплоть до максимально возможного порядка). Функция  $W_a(s)$  необходима для того, чтобы найти эквивалентную W-функцию для исходной сети. Эквивалентная W-функция находится из топологического уравнения как линейная комбинация W-функций.



Фигура 6

Из топологического уравнения получают выражение для эквивалентной W-функции  $W_e(s)$  сети. Напомним, что  $M_e(s) = 1$  при  $s=0$ . Поскольку  $W_e(s) = P M_e(s)$ , то  $P = W_e(0)$ , откуда следует, что  $M_e(s) = W_e(s)/P = W_e(s)W_e(0)$ . Отметим, что  $W_e(s)$  можно выразить через W-функции всех или некоторых ветвей исходной сети. Нетрудно вычислить значение  $W_e(0)$  ; для этого в выражении для  $W_e(s)$  надо положить  $s = 0$ . Вычисляя j-ю частную производную по  $s$  функции  $M_e(s)$  и полагая  $s = 0$ , находим j-й момент  $m_j$  относительно начала координат.

$$\mu_{1_{15}} = \frac{\partial W_{15}(x)}{\partial x} \Big|_{x=0} \quad (3)$$

В частности, первый момент  $\mu_1$  относительно начала координат ест математическое ожидание времени в попылнения сети, а дисперсия времени в попылнения сети равна разнице  $\mu_2$  и квадратом величин  $\mu_1$ , т.е

$$\sigma^2 = \mu_{2E} - (\mu_{1E})^2 \quad (4)$$

В качестве параметра дуги как правило рассматривается время выполнения соответствующей операции.

Для каждом техническом области или станции можно сделать индивидуалный модель системы Герта - то есть систему сетевой модели стохастической структурой. Для этого необходимо проанализировать путевое развитие, организацию работы и всего движения составов в проведении работы по подготовке оборудования, экипировки и составление составов технической области или станции. После изготовления модели станции, необходимо собрать статистику всех основных технологических времена. На базе этих исследования, надо найти закон распределения времени в зависимости от количества вагонов / размер / поездов и их вероятность реализации. Через правило Мейсана можно определить среднее время и дисперсию технического обслуживания составов поездов данного размера .

## LITERATURA

- [1] Райков Р., „Организация на маневрената и влаковата работа в гарите”, София-1986г.
- [2] Коларов Л., „Железен път том втори-Железопътни гари”, София – 1998г.
- [3] "БДЖ " ЕАД ПОДЕЛЕНИЕ ЗА ПОЧИСТВАНЕ И ЕКИПИРАНЕ - „Технологията за ежедневно вътрешно почистване и екипирание на пътническите вагони и ЕМВ” и „Норми на време за ежедневно вътрешно почистване на вагоните и ЕМВ”
- [4] "БДЖ " ЕАД ПОДЕЛЕНИЕ ЗА ПОЧИСТВАНЕ И ЕКИПИРАНЕ - „Технологията за основно вътрешно почистване и екипирание на пътническите вагони и ЕМВ” и „Норми на време за основно вътрешно почистване на и екипирание на пътнически вагони и ЕМВ”
- [5] Качаунов Т., „Моделиране и оптимизация на транспортните процеси”, София-2005г.
- [6] Филипс Д., Гарсия А., „Методы анализа сетей”, Москва-1984г.
- [7] Pritsker A.B., “GERT – Grafical evaluation and review technique”, NASA 1966

článok recenzoval:  
doc. Ing. Ladislav Novák, PhD.

