УДК 656.254:656.2.02

В. Г. ШЕВЧУК, доцент, Д. В. ЗАХАРОВ, магистр технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ КАНАЛА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Показано, что применение современных информационных технологий позволяет улучшить транспортные услуги. Разработана программа по анализу времени отправления, проследования и прибытия поездов на примере участков Гомельского отделения Белорусской железной дороги. Рассмотрена методика определения загруженности канала технологической связи от интенсивности движения поездов на участках железной дороги. Предлагаемая методика позволяет определить корреляционные связи и установить законы распределения информационных потоков от числа поездов на участках железной дороги в определенные моменты времени.

В сложном комплексе средств связи, которыми оснащена железная дорога, особое место занимает технологическая связь, являющаяся неотъемлемой частью процессов управления и одним из средств обеспечения безопасности движения поездов. На участках Белорусской железной дороги в настоящее время функционируют различные системы передачи информации: аналоговые, цифровые PDH и SDH-иерархий.

В современных условиях требуется оптимизация управления, что, безусловно, возможно только благодаря использованию в организации систем управления перевозочным процессом и технологической связи новейших технологий [1].

Информационные технологии из разряда вспомогательных средств, в последнее время, перемещаются в класс основных технологий и значительно ускоряют проведение исследований реальных транспортных процессов с целью обеспечения высокого уровня требований к эффективности управления перевозками и повышению безопасности движения поездов [2–4].

Рациональное использование возможностей информационной системы на Белорусской железной дороге позволит значительно снизить затраты на управление и связь, обеспечит существенное улучшение транспортных услуг.

Была поставлена задача определения зависимости между числом движущихся поездов на участке железной дороги и количеством передаваемой информации. Для этого требуется установить соответствие существующих средств технологической связи объему информации и оценить эту информацию.

Для решения этой задачи была собрана информация о времени отправления, проследования и прибытия поездов по участкам Гомельского отделения Белорусской железной дороги, а также данные, передаваемые по технологической связи по 10-минутным интервалам за исследуемый период.

В качестве исходных данных использовалась фактическая информация о движении пассажирских, пригородных и грузовых поездов.

Формула формирования исходной таблицы для расчетов приведена на рисунке 1.

	18			19			20			21			22	
55	19:36	20:56	55	19:36	20:56	55	19:36	20:56	55	19:36	20:56	55	19:36	20:50
			95	6:37	7:49	95	6:37	7:49	95	6:37	7:49	95	6:37	7:49
			615	18:28	19:49	615	18:28	19:49	615	18:28	19:49	615	18:28	19:49
29	17:04	18:28	629	17:04	18:28	629	17:04	18:28	629	17:04	18:28			
23	17.04	10.20	631	23:59	1:59	023	17.04	10.20	023	17.04	10.20			
53	16:55	18:13	53	16:55	18:13	53	16:55	18:13	53	16:55	18:13	53	16:55	18:10
54	6:21	7:38	54	6:21	7:38	54	6:21	7:38	54	6:21	7:38	54	6:21	7

Рисунок 1 – Пример формирования исходной таблицы

Была произведена сортировка данных о движении пассажирских, пригородных и грузовых поездов по участкам Гомельского отделения Белорусской железной дороги по суткам. В результате образована возрастающая временная шкала отправления поездов и получена таблица упорядоченного отправления поездов и прибытия их на соседнюю техническую станцию.

Исследуемая информация анализировалась по 10-минутным интервалам времени с целью установления количества поездов, находящихся на исследуемом железнодорожном участке в этом интервале времени с помощью специально разработанной компьютерной программы, в которой предусмотрена возможность использования и других значений интервалов времени. Полученные данные сопоставлялись с объемом переданной информации по соответствующим каналам технологической связи за этот же интервал времени.

Принцип методики определения корреляционной зависимости трафика технологической связи и количества поездов, находящихся на участке железной дороги, показан на рисунке 2.

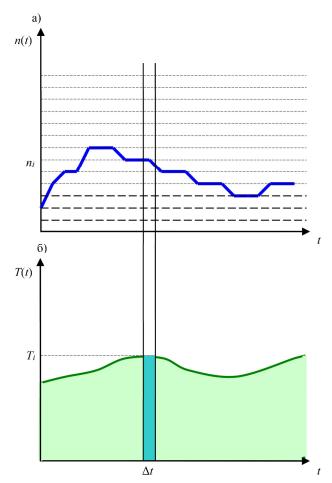


Рисунок 2 – Методика определения зависимости от количества поездов (*a*) трафика (*б*) канала технологической связи

Анализ трафика каналов технологической связи является составной частью разрабатываемой в настоящее время Системы мониторинга и администрирования (СМА), которая предназначена для постоянного контроля функционирования и управления техническими средствами системы технологической телефонной связи (ТТС).

Цель создания СМА-ТТС – повышение надежности функционирования и снижение затрат на техническое обслуживание систем технологической связи.

Система мониторинга и администрирования должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- непрерывный круглосуточный контроль работоспособности оборудования, с предоставлением обслуживающему персоналу информации как о сбоях, не вызывающих нарушения связи, так и о полном отказе оборудования;
  - анализ загрузки каналов ТТС;
- предоставление инструментальных средств диагностики и устранения отказов в оборудовании;
- ввод в оборудование и корректировку (непосредственно и дистанционно) настроечных параметров, устанавливающих конфигурацию технических средств (линейного тракта и коммутационного оборудования) и структуру цифровой сети.

Объектом мониторинга и администрирования в системе СМА-ТТС должны являться: оборудование линейного тракта, входящего в состав аппаратуры; коммутационные станции цифровой сети; источники бесперебойного электропитания аппаратуры технологической связи; каналы цифровой сети (каналы Е1).

Системное программное обеспечение (ПО) рабочих мест (РМ) должно строится на базе операционных систем, работающих в реальном масштабе времени (например, Unix или Windows NT).

В результате проведенных авторами исследований была сформирована шкала для установления корреляционной зависимости загруженности исследуемого канала технологической связи от количества поездов различной категории (пассажирские, пригородные и грузовые), находящихся на соответствующем участке железной дороги в заданный интервал времени.

На основе созданных таблиц наличия поездов на участке железной дороги и таблиц значений трафика соответствующих каналов технологической связи, была вычислена корреляция между этими данными. Для нахождения корреляции использовался пакет Statistica.

Возьмем, например, время с 22-00 до 7-00, когда объем информации, не связанный с движением поездов, минимален. Результаты нахождения корреляции представлены в таблице 1.

Из приведенной таблицы видно наличие слабой корреляционной зависимости между значениями переданной информации и количеством поездов, например на железнодорожном участке Гомель – Калинковичи. В то же время на участке Гомель – Жлобин значимой корреляции вообще не прослеживается.

Это можно объяснить тем, что по данному каналу технологической связи передается дополнительная информация, не связанная с движением поездов. При этом, как можно определить из анализа графиков, данная информация имеет большую удельную составляющую и при этом может передаваться в любое время суток.

Ограничим время в интервале от 22-00 до 7-00. Величину трафика ограничим значением 1 Мбит/с. Результаты корреляции для данного случая представлены в таблице 2.

В данном случае корреляция прослеживается, хотя и не такая явная, как в предыдущем случае.

Таблица 1 – Корреляционная таблица с 22-00 до 7-00

Направления авдан	Корреляционные коэффициенты трафика							
Направления связи	Гомель – Жлобин <sub>исх</sub>	Гомель – Калинковичи <sub>исх</sub>	Гомель – Жлобин <sub>вх</sub>	Гомель – Калинковичи <sub>вх</sub>				
Гомель – Жлобин	0,14	0,45	0,01	-0,09				
Гомель – Терюха	0,10	0,50	0,11	0,08				
Гомель – Тереховка	-0,18	0,21	-0,09	0,42				
Гомель – Калинковичи	-0,52	0,66	0,22	0,40				
Гомель – Закопытьеу	-0,44	0,30	-0,29	-0,08				
Жлобин – Калинковичи	0,10	-0,11	-0,16	-0,11				
Жлобин – Рогачев	-0,24	0,42	0,16	0,23				
Жлобин – Калинковичиу	0,37	-0,01	-0,03	0,17				
Калинковичи – Светлогорску	0,27	0,21	-0,15	0,17				
Калинковичи – Житковичиу	0,06	-0,47	-0,37	-0,20				
Гомель – Жлобин₀	0,08	0,14	-0,22	-0,19				
Гомель -Терюхао	0,23	0,40	0,12	-0,08				
Гомель – Тереховкао	0,03	0,15	0,34	0,27				
Гомель – Калинковичи₀	-0,29	0,48	0,01	0,28				
Гомель – Закопытье	-0,19	0,18	-0,32	-0,10				
Жлобин – Красный берег₀	0,20	-0,16	0,03	-0,19				
Жлобин – Рогачев₀	-0,25	-0,12	0,27	0,00				
Жлобин – Калинковичи₀	0,11	0,00	-0,08	-0,15				
Калинковичи – Светлогорско	-0,07	0,11	-0,27	0,28				
Калинковичи – Житковичи₀	0,01	-0,21	-0,08	-0,14				

Таблица 2 – Корреляционная таблица при ограничении трафика на временном интервале от 22-00 до 7-00

		01 22 00 до 7 00		
	Корреляционные коэффициенты трафика			
Направления связи	11	1 1		
-	Гомель –	Гомель –		
	Жлобин <sub>исх</sub>	Жлобин <sub>вх</sub>		
Гомель – Жлобину	0,46	0,37		
Гомель-Терюхау	-0,23	-0,24		
Гомель – Тереховкау	0,01	-0,23		
Гомель – Калинковичиу	-0,05	-0,15		
Гомель – Закопытьеу	-0,07	-0,14		
Жлобин – Красный Берегу	0,06	-0,13		
Жлобин – Рогачев <sub>у</sub>	0,01	-0,14		
Жлобин – Калинковичи <sub>у</sub>	-0,13	-0,18		
Калинковичи – Светлогорску	0,09	0,07		
Калинковичи – Житковичиу	0,11	0,08		
Гомель – Жлобин <sub>о</sub>	0,33	0,18		
Гомель – Терюхао	-0,08	-0,11		
Гомель – Тереховкао	0,04	-0,07		
Гомель – Калинковичи <sub>о</sub>	0,02	-0,08		
Гомель – Закопытье₀	-0,01	-0,08		
Жлобин – Красный Берег <sub>о</sub>	0,07	-0,05		
Жлобин – Рогачев <sub>о</sub>	0,02	-0,04		
Жлобин – Калинковичи₀	-0,06	-0,11		
Калинковичи – Светлогорск₀	0,07	0,04		
Калинковичи – Житковичи <sub>о</sub>	0,03	-0,05		

Это обстоятельство объясняется тем, что удельная доля информации, связанная с движением поездов на железнодорожном участке Гомель – Жлобин, значительно

меньше, чем на участке Гомель – Калинковичи, т. к. по каналу технологической связи Гомель – Жлобин также передается много транзитной информации, в том числе на Управление железной дороги в Минск. Кроме этого возникают трудности корректного вычленения информации.

Предлагаемая методика позволяет выявить корреляционные связи, чтобы установить законы распределения информационных потоков от числа поездов различных категорий на участках железной дороги в определенные моменты времени.

## Список литературы

- 1 Концепция повышения безопасности движения на основе применения на железных дорогах многофункциональных комплексных систем регулирования движения поездов. М.: ОАО «РЖД», 2006. 150 с.
- 2 **Шевчук, В. Г.** Моделирование трактов технологических телефонных связей на участке железной дороги / В. Г. Шевчук // Проблемы безопасности на транспорте: материалы докладов Междунар. науч.-практ. конф. Гомель: БелГУТ, 2002. С. 188–190.
- 3 Улучшение качества участковых технологических телефонных связей / В. Г. Шевчук [и др.] // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса : тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф. Гомель : БелГУТ, 2003. С. 148–151.
- 4 **Шевчук, В. Г.** Проблемы работы проводных цифровых систем связи на участке железной дороги / В. Г. Шевчук, О. Г. Павлов. В. В. Половинкин // Современные средства связи: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Мн., 2011. С. 161–162.

Получено 16.11.2011

V. G. Shevchuk, D. V. Zakharov. The methodic of determining the channel utilization of technological communication from the intensity of the movement of trains on railway sections.

It is shown, that the use of modern information technology can improve transportation services. A program to analyze the time of departure and arrival times of trains the example of the Gomel branch sites of Belorussian railroad. The methodic of determining the channel utilization of technological communication from the intensity of the movement of trains on railway sections. The proposed method allows to determine the correlations and establish laws of distribution of information flows on the number of trains on the railway at certain times.