

Библиографический список

- 1 Концепція Державної Програми реформування залізничного транспорту України / Схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006 р. – Київ : Магістраль. – 2007. – №1 (1179). – 10–16 січня. – С. 6.
- 2 Статут залізниць України. – Київ : Транспорт України. – 1998. – 83 с.
- 3 **Бородин, А.Ф.** Управление вагонопотоками в современных условиях / А.Ф. Бородин // Ж.-д. транспорт. – 1996. – № 5. – С. 10–15.
- 4 **Окипный, Л.Д.** Эффективность оперативной организации вагонопотоков / Л.Д. Окипный, В.А. Покавкин // Ж.-д. транспорт. – 1985. – № 11. – С. 13–16.
- 5 **Богомазова, Г.Є.** Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків / Г.Є. Богомазова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. – №1/3(49). – С. 33–35.
- 6 **Покавкин, В.А.** Оперативное назначение групповых поездов и использование дифференцированных масс поездов в системе оптимальной организации вагонопотоков / В.А. Покавкин, О.Н. Мелешко // Вопросы увеличения пропускной и провозной способности железных дорог: Межвуз. тематич. сб. – Ростов н/Д, 1985. – Вып. 182. – С. 51–57.
- 7 **Покавкин, В.А.** Расчеты эффективности групповой и одnogруппной маршрутизации перевозок / В.А. Покавкин // Вопросы увеличения пропускной и провозной способности железных дорог: Межвуз. тематич. сб. – Ростов н/Д, 1983. – Вып. 173. – С. 19.
- 8 **Прохорченко, А.В.** Удосконалення технології корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації групових поїздів оперативного призначення / А.В. Прохорченко, Л.В. Корженівський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 6/6(36). – С. 37–40.
- 9 Многокритериальная оптимизация плана формирования поездов / В.И. Ковалев, Н.Н. Куценко, А.Т. Осьминин, И.И. Осьминина // Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 4. – С. 25–26.
- 10 **Иловайский, Н.Д.** Организация вагонопотоков в условиях рынка / Н.Д. Иловайский, А.М. Рудых, Л.А. Каштанов // Вестник ВНИИЖТ. – 1998. – Вып. 4. – С. 43–48.
- 11 **Мазуренко, О.О.** Визначення ефекту від оперативного формування двогрупних поїздів на базі одnogрупних призначень / О.О. Мазуренко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6/3(54). – С. 23–28.
- 12 **Мазуренко, О.О.** Імітаційна модель роботи залізничного напрямку для дослідження варіантів організації вантажних вагонопотоків в оперативних умовах / О.О. Мазуренко, А.В. Кудряшов // Збірник наукових праць ДНУЗТу «Транспортні системи та технології перевезень». – 2012. – Вип. 3. – С. 50–55.
- 13 Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України: Затв.: Наказ Мінтрансу та зв'язку України 29.12.04. № 1028-ІЦЗ / Мін-во трансп. та зв'язку України. – Київ, 2005. – 99 с.

УДК 656.225

Г.Я. Мозолевич

**ЗАДАЧА РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПОЕЗДОВ
ПО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМУ ПОЛИГОНУ, КОТОРЫЙ ПРИНАДЛЕЖИТ
НЕСКОЛЬКИМ СОБСТВЕННИКАМ**

В условиях развития транспортного рынка государства ключевыми вопросами для системы перевозок являются: своевременное обеспечение вагонами необходимого типа всех грузоотправителей в соответствии с заявками, совершенствование тарифной политики, совершенствование организационной структуры управления железнодорожным транспортом, технологии перевозочного процесса и организации поездной работы на основе широкого внедрения автоматизированных систем управления, автоматизации диспетчерского контроля продвижения поездов. В таких условиях появляется необходимость перехода к финансовой модели управления железнодорожным транспортом.

Формирование доходного механизма в сфере перевозок предусматривает минимизацию их себестоимости. Это требует освоения не только новых технологий, но и новых подходов к организации вагонопотоков, а также совершенствования оперативного управления и регулирования, организации тягового обслуживания поездов, применения эффективных технологий, отвечающих условиям рыночной среды. Одной из актуальных задач оперативно-диспетчерского аппарата железных дорог, способствующих реализации упомянутых ранее проблем, может быть оперативное распределение потоков по участкам разветвленной железнодорожной сети.

Сложность этой задачи возрастает в условиях управления поездопотоками на полигонах, в состав которых входят железные дороги различных собственников, имеющих свои собственные интересы, государств.

Задача выбора оптимального распределения потоков по участкам сети является оптимизационной, решению которой посвящено значительное количество научных работ [1–3]. Эту задачу решали ученые в условиях движения по сети неделимых элементов (жидкость, газ и т.п.) и отдельных единиц потока (поездов, автомобилей). В данной статье предложено решение этой задачи в условиях заинтересованности владельцев отдельных участков сети.

Постановка задачи. Пусть имеется некоторая сеть, состоящая из n участков, соединенных в узлах. В сети есть источник потока S и сток t . Каждый из участков сети имеет свой набор характеристик, который влияет на некоторый показатель оптимизации, зависящий от объема потока, пропускаемого по участку. Дуги сети принадлежат различным владельцам. Необходимо определить маршруты потоков по участкам сети, при которых показатель оптимизации будет максимальным (минимальным) как для всей сети в целом, так и отдельно для любого соотношения интересов владельцев сети.

Основная часть. Для решения задачи рассматривается железнодорожный полигон, который объединяет промышленные регионы Криворожья и Донбасса. На рис. 1 приведены участки сети, которые могут быть использованы для пропуска поездов.

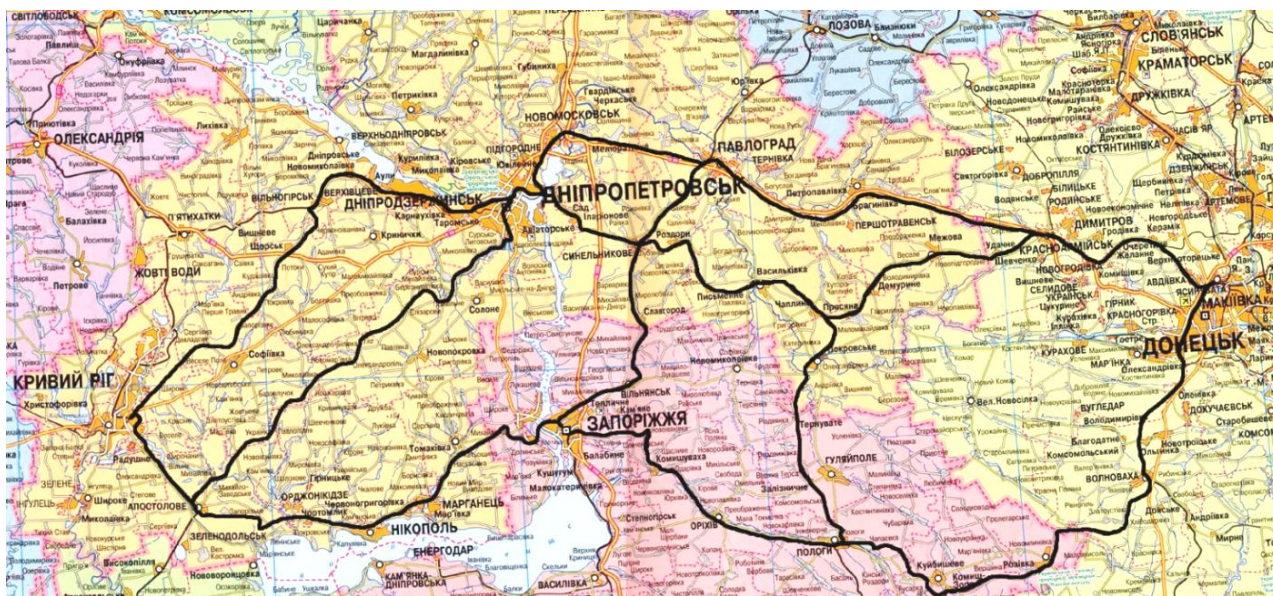


Рис. 1. Железнодорожные пути сообщения между сортировочными станциями Кривой Рог Сортировочный и Ясиноватая

В качестве показателя оптимизации выбрана прибыль от перевозки поездопотоков Приднепровской и Донецкой железных дорог.

Для определения рациональных маршрутов пропуска поездов на железнодорожном полигоне с целью максимизации прибыли железных дорог необходимо определить функции прибыли по каждому участку отдельно. Прибыль железных дорог при пропуске поездов по маршрутам следования можно определить как разницу между доходом железной дороги на i -м участке от перевозки D_i и эксплуатационными расходами железных дорог при пропуске поездов на участке E_i .

Доход железных дорог от перевозки определяется по формуле:

$$D_i = 0,1 C_{10\text{ткм-бр}} L_{\text{дл}i} N_{ni} Q_{\text{бр}i}^{\text{ср}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{дл}i}$ – длина i -го участка, км;

$C_{10\text{ткм-бр}}$ – удельная доходная ставка на 10 ткм-брутто;

N_{ni} – количество поездов на участке;

$Q_{\text{бр}i}^{\text{ср}}$ – средняя масса брутто поезда.

Эксплуатационные расходы состоят из затрат на электроэнергию (дизельное топливо), содержание локомотивов и локомотивных бригад, эксплуатацию и простой подвижного состава, на остановки и обслуживание поездов на технических станциях, на использование железнодорожной инфраструктуры.

В четном и нечетном направлениях затраты на электроэнергию (топливо) будут различны из-за продольного профиля участка и массы обращающихся на нем поездов. Поэтому для получения адекватных результатов следует использовать тяговые расчеты. На основе проведенных исследований получена функция зависимости расхода топлива при изменении параметров количества поездов N_n и условной длины составов $m_{ум.ваг}$ (рис. 2).

При решении задачи необходимо учесть ограничения параметров поездопотоков на каждом участке полигона. Система ограничений параметров функции подробно описана в [4].

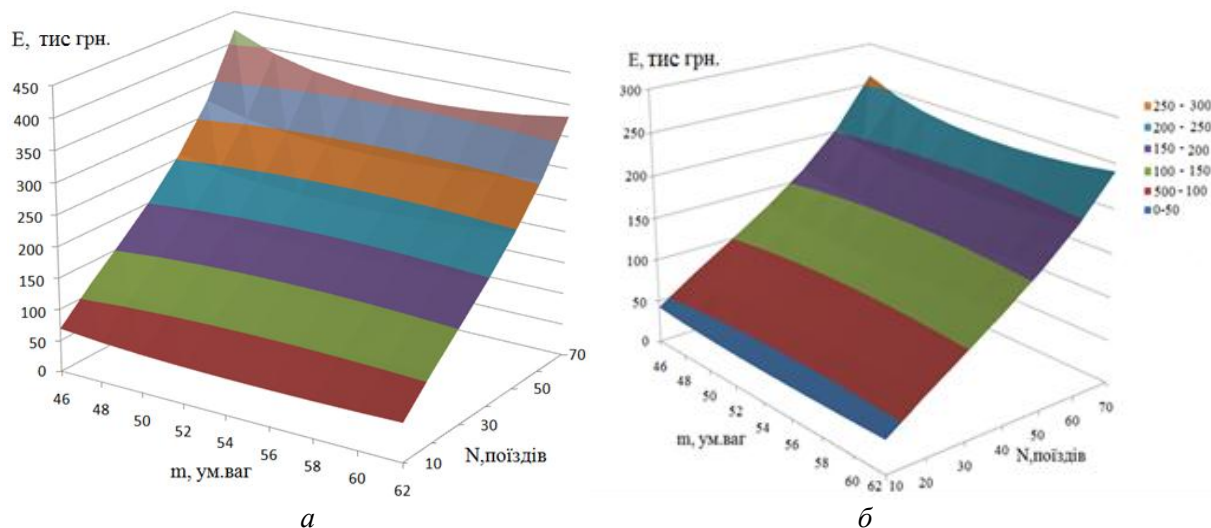


Рис. 2. Зависимость затрат от количества поездов и условной длины поезда по направлениям участка:
а) нечетный; б) четный

В отличие от задач со скалярным критерием, результатом которых является оптимальная (с учетом построения модели) стратегия, в задачах с векторным критерием оказывается невозможным с абсолютной уверенностью утверждать, что то или иное решение, действительно (объективно) оптимальное. Одно из решений может быть лучше другого по одному критерию и уступать ему в остальных. Сказать, какое из двух решений в указанных условиях объективно лучше, не представляется возможным. Только со временем станет ясно, насколько верным было принятое решение. При реализации решения обычно используются личные предпочтения человека, который его принимает (ЛПР). Опыт и интуиция, ЛПР являются той основой, которая определяет способность предвидеть последствия принятого компромисса.

Итак, задача определения рационального распределения поездопотоков на железнодорожном полигоне рассматривается как оптимизационная задача с двумя неизвестными: количеством поездов N , следующих по i -му участку, и условной длиной поезда m . Критериями оптимизации выступают доходы отдельных железных дорог полигона (Приднепровской и Донецкой):

$$\begin{cases} C_{Пр} = \Pi_{Пр}(N, m) \rightarrow \max; \\ C_{Дон} = \Pi_{Дон}(N, m) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (2)$$

где $\Pi_{Пр}$, $\Pi_{Дон}$ – общая прибыль Приднепровской и Донецкой железных дорог от перевозки поездопотоков.

Решение задачи векторной оптимизации заключается в поиске всех пар параметров поездопотоков, которые удовлетворяют условию (2) при любом соотношении расходов между собой, $t = \frac{\Pi_{Пр}}{\Pi_{Дон}}$. При двух неизвестных значениях m и N они должны удовлетворять следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi_{Пр}(N, m)}{\partial N} + t \frac{\partial \Pi_{Дон}(N, m)}{\partial N} = 0, \\ \frac{\partial \Pi_{Пр}(N, m)}{\partial m} + t \frac{\partial \Pi_{Дон}(N, m)}{\partial m} = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решение этой системы уравнений для функций прибыли железных дорог с большим количеством участков полигона невозможно получить классическими методами по причине сложности функций. К тому же для сети полигона (рис. 1) имеет место около $1,8 \cdot 10^{14}$ вариантов пропуска поездов. Поэтому решение задачи было реализовано на основе метода дифференциальных затрат при постоянных значениях параметра t . Изменение функции прибыли при различных приоритетах железных дорог приведена на рис. 3.

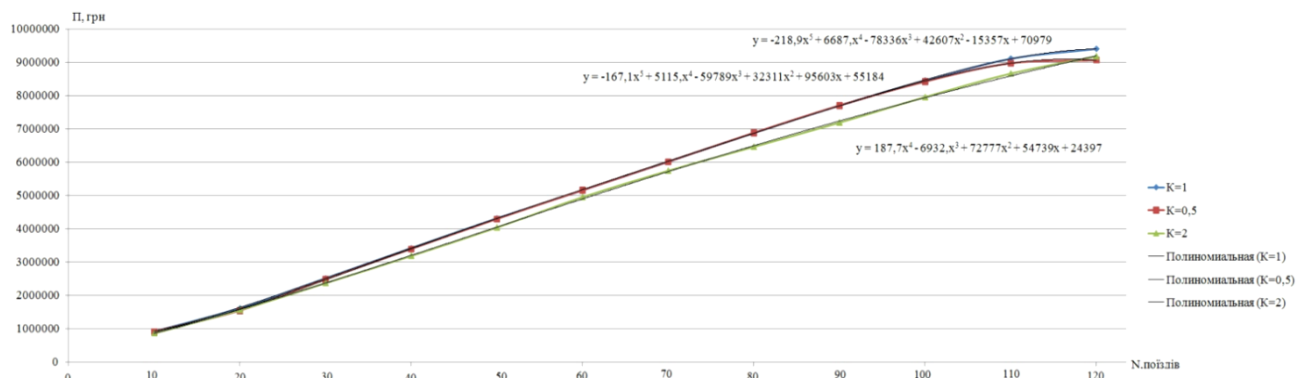


Рис. 3. Суммарная функция прибыли при распределении поездопотоков в зависимости от интересов отдельных железных дорог

Итак, выполняя распределение поездопотоков, диспетчерский аппарат по сути имеет возможность влиять на прибыль железных дорог Украины в целом и на прибыль отдельных дорог. На рисунке 4 (а, б) показано, как изменяется прибыль Приднепровской и Донецкой железных дорог при предоставлении приоритетов.

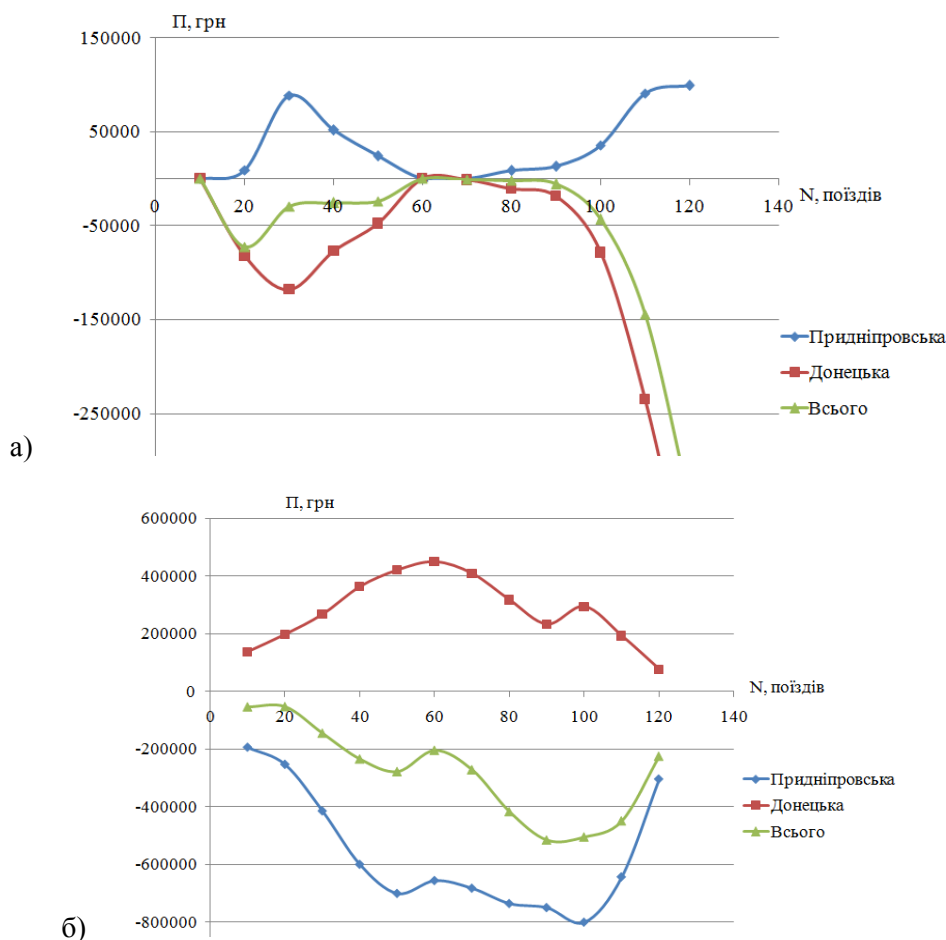


Рис. 4. Относительная разница прибыли железных дорог в условиях приоритета:

а) Приднепровской железной дороги ($t = 0,5$);

б) Донецкой железной дороги ($t = 2$)

В результатах четко прослеживается свойство эмерджентности и синергизма в системе железнодорожных перевозок. То есть при совместных кооперативных действиях различных элементов системы (Приднепровской и Донецкой железных дорог), обеспечивающих необходимый эффект (прибыль), система будет работать эффективнее, чем при оптимизации работы отдельных железных дорог их диспетчерским аппаратом. Полученные оптимальные распределения в зависимости от интересов железных дорог приведены на рис. 5, а–в.

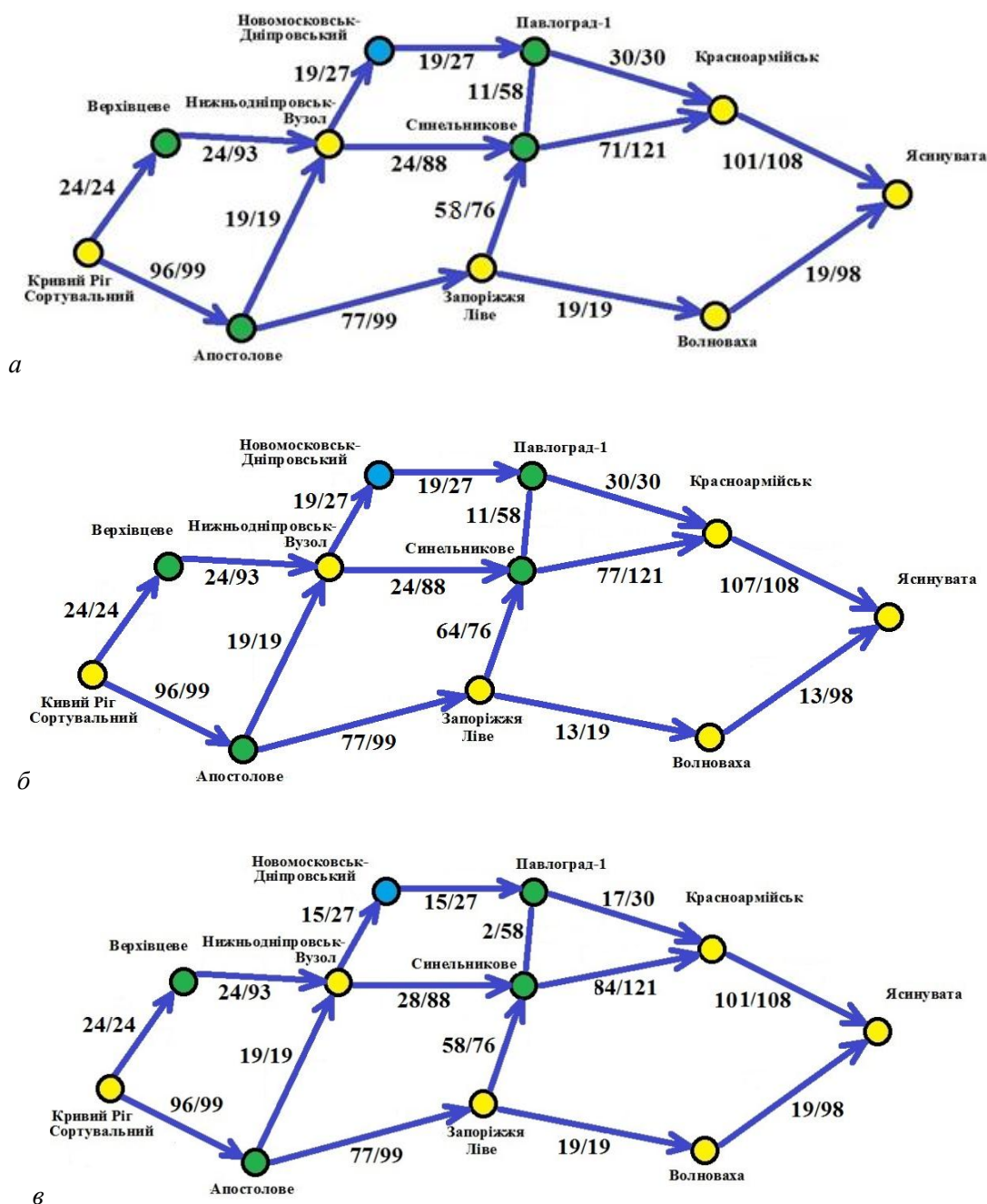


Рис. 5. Рациональное распределение поездопотоков на сети:

а – при $t = 1$; б – при $t = 0,5$; в – при $t = 2$

Выводы. Таким образом, задача распределения поездопотоков по железнодорожному полигону является оптимизационной и может быть решена с использованием различных критериев в скалярной и векторной постановке. В случае векторного критерия предложено в его качестве рассматривать прибыль отдельных железных дорог полигона. Такая постановка задачи интересна, в первую очередь, с практической точки зрения, поскольку диспетчерский аппарат принимает решение исходя из интересов той или иной железной дороги.

Если же задачу решать по совокупному скалярному критерию, то при распределении поездопотоков между железнодорожными узлами Криворожья и Донбасса определено, что максимальный совокупный доход отдельных железных дорог не дает максимальной прибыли каждой дороге отдельно.

Библиографический список

- 1 **Поттгофф, Г.** Теория транспортных потоков / Г. Поттгофф ; под ред. Е.П. Нестерова. – М. : Транспорт, 1975. – С. 321.
- 2 **Чибісов, Ю.В.** Математична модель вибору раціональних варіантів пропуску поїздопотоків по залізничній мережі / Ю.В. Чибісов, Г.Я. Мозолевиц // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 3/11 (57). – С. 37–41.
- 3 **Мозолевиц, Г.Я.** Удосконалення технології пропуску поїздопотоків на паралельних напрямках та у залізничних вузлах / Г.Я. Мозолевиц, Ю.В. Чибісов // Тезисы Международной научно-практической конференции «Перспективы взаимодействия железных дорог и промышленных предприятий». – Д. : ДНУЖТ, 2012. – С. 66–67.
- 4 **Козаченко, Д.М.** Визначення раціональних параметрів поїздопотоків на залізничних напрямках / Д.М. Козаченко, Г.Я. Мозолевиц, О.О. Мазуренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 2/3 (50). – С. 40–45.

УДК 681.5 + 06

Н.А. Москат

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА*

В основе исследования лежат информационные потоки автоматизированной системы оперативного управления перевозочным процессом (АСОУП). АСОУП функционирует с 1983 года и по настоящее время не потеряла своей актуальности. Система является центральной в управлении дорожными перевозками и обеспечивает своевременной и достоверной информацией работников дороги. АСОУП предназначена для создания и поддержки в реальном времени информационной модели перевозочного процесса, прогнозирования и текущего планирования эксплуатационной работы.

Исходная информация АСОУП представляет собой набор сообщений об объектах управления, таких как вагон, состав поезда, локомотив, локомотивная бригада и пр., а также эксплуатационных событий с ними. Информационная база данных АСОУП предназначена для централизованного накопления, является постоянно обновляемой и пополняется новыми данными. Данные системы являются многоцелевыми. В функции банка данных входит обеспечение информацией прикладных (системных) программ АСОУП. Таким образом, выходная информация является «конечным продуктом» ЭВМ.

Основным языком в системе АСОУП является язык сообщений. Каждое сообщение состоит из блоков. Блоки представляют собой записи с обозначенными полями. Поля содержат цифровые и алфавитные коды, как правило, с постоянным числом символов.

Признаком начала сообщения служит комбинация символов (:- открывающая скобка и двоеточие, концом сообщения – комбинация символов :) – двоеточие, закрывающая скобка. В качестве признака окончания передачи пакета сообщений выступает комбинация символов // – две косые черты. Внутри сообщения поля разделяются пробелами.

Первый блок каждого сообщения является служебным, а остальные блоки – информационными. Обычно первое поле служебного блока хранит в себе код сообщения, исходя из которого определяются правила его последующей обработки ЭВМ. Второе поле содержит код пункта переданного сообщения.

Режимы выдачи информации разделяют на регламентированный и диалоговый. В случае использования *регламентированного* режима время и адрес передачи сообщения определяется самой ЭВМ. В *диалоговом* режиме работа происходит в двух направлениях: посредством ввода запроса оператором и, соответственно, ответа системы на запрос.

Существует также режим санкционированного доступа, при котором в процессе работы оператор вводит пароль, благодаря которому получает тот или иной уровень доступа к данным.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение № 8730).