

Міністерство транспорту та зв'язку України

**Донецький інститут залізничного транспорту
Української державної академії
залізничного транспорту**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Донецький інститут залізничного транспорту
Української державної академії залізничного транспорту**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC'

Випуск 35

Донецьк 2013

ISSN 1993-5579

УДК 656.2:621:624

Збірник містить статті, присвячені теоретичним, методологічним та прикладним проблемам галузі залізничного транспорту. У статтях збірника розглядаються питання організації та управління процесом перевезень; автоматики, телемеханіки та зв'язку; енергопостачання та електричних мереж; рухомого складу; будівництва, реконструкції та експлуатації конструкцій і споруд залізничного транспорту, економіки залізниць.

Призначений для науковців, викладачів, студентів вищих навчальних закладів та працівників залізничного транспорту.

Засновник і видавець – Донецький інститут залізничного транспорту.

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА КОЛЕГІЯ:

В.Й. Поддубняк, к.т.н., професор (головний редактор);
Г.І. Загарій, д.т.н., професор (заступник головного редактора);
М.М. Чепцов, д.т.н., професор (заступник головного редактора);
А.Б. Бойнік, д.т.н., професор;
Т.В. Бутько, д.т.н., професор;
А.О. Каргін, д.т.н., професор;
М.В. Паламарчук, д.т.н., професор;
А.А. Плузін, д.т.н., професор;
В.Г. Сиченко, д.т.н., професор;
М.В. Сунцов, д.х.н., професор;
Е.Д. Тартаковський, д.т.н., професор;
О.В. Фінагіна, д.е.н., професор;
В.П. Шамота, д.т.н., професор;
В.Ф. Чеклов, к.т.н., професор.

Під загальною редакцією М.М. Чепцова

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 9278 від 21.10.2004 р.

Рекомендовано до друку Вченою Радою ДонІЗТ
(протокол № 1 від 10 вересня 2013 р.)

Статті збірника рецензували члени редакційної ради, друкуються мовою оригінала.

Збірник внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата наук (№ 355 переліку, затверджено постановою президії ВАК України № 1-05/4 від 14.10.09).

Збірник включено до міжнародної наукометричної бази «Index Copernicus»
(<http://journals.indexcopernicus.com/passport.php?id=9147>)

Електронна версія збірника знаходиться в мережі Internet за адресою
<http://www.drtpi.donetsk.ua/zbirnik.htm>

ISSN 1993-5579.
Зареєстровано 8 лютого 2007р.
у ISSN International Centre
20, Rue Bachaumont, 75002 PARIS, FRANCE

© Донецький інститут залізничного
транспорту, 2011

ЗМІСТ

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

- Cheptsov M.N., Tsykhmistro S.I., Voinik A.B.** Project NEAR² – Network Of European/Asian Rail Research Capacities (Infrastructure And Signalling) 5
- Козаченко Д.Н.** Исследование потребности в вагонном парке для обеспечения перевозок массовых грузов по расписанию 11
- Журавель В. В.** Вплив похибки гальмування відчепів та ухилу сортувальних колій на витрати, які пов'язані з осаджуванням і пошкодженням вагонів 17

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА, ЗВ'ЯЗОК

- Романцев І.О.** Програмне перетворення цифрового потоку даних у середовищі LabView 24
- Мойсеєнко В.І., Самсонкін О.О.** Моделювання сценарію залізничної транспортної пригоди 29
- Сацюк О.В.** Аналіз роботи привідного двигуна компресорної установки на сортувальній гірці при частотному управлінні 37

РУХОМИЙ СКЛАД

- Савенков В. Н., Тимохин Ю. В., Тимохина В. Ю.** Напряженно-деформированное состояние деталей соединения палец-проушина 47
- Жалкін Д.С.** Підвищення енергетичної ефективності тепловозів 2ТЕ10 54
- Гатченко В.О.** Підвищення ефективності використання маневрових тепловозів ЧМЕЗ при роботі за системою двох одиниць 59
- Мямлін С.В., Недужа Л.О., Швець А.О.** Технічний стан ковзунів як один із факторів впливу на динаміку вантажних вагонів 65
- Прилепський Ю. В.** Дослідження зміни параметрів фізичної моделі рекуперативної системи маневрового тепловозу з електричною передачею від напруги живлення силової частини 73
- Матейчик В.П., Волков В.П., Комов П.Б., Грицук І.В.** Особенности электронной идентификации транспортных средств в составе бортовых информационно-диагностических комплексов 78
- Швець І.А.** Визначення параметрів газового потоку при застосуванні імпульсної подачі газового палива 83
- Варбанец Р.А., Ивановский В.Г., Александровская Н.И., Кошарская Л.В., Кучеренко Ю.Н.** Спектральный анализ в задачах диагностики систем турбонаддува судовых дизелей 93

УДК 656.223

КОЗАЧЕНКО Д.Н., д.т.н., доцент, начальник научно-исследовательской части (ДНУЖТ)

Исследование потребности в вагонном парке для обеспечения перевозок массовых грузов по расписанию

Постановка проблемы

Переход Украины от плановой к рыночной экономике вызвал целый ряд изменений в условиях работы железных дорог и их взаимоотношениях с клиентами. В начале 2000-х годов в Украине рынок оперирования грузовым подвижным составом был отделен от рынка железнодорожных перевозок, что привело к формированию парка собственных вагонов. Следующим этапом рыночных реформ на железнодорожном транспорте, в соответствии с программой экономических реформ Президента Украины «Состоятельное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство», является выход на рынок независимых перевозчиков [1]. Указанные изменения требуют трансформирования методов организации движения поездов.

Анализ последних исследований и публикаций

Для отправления поезда необходимо наличие четырех составляющих: состава, локомотива, локомотивной бригады и соответствующей «нитки» графика. В настоящее время на железных дорогах традиционно применяется технология отправки грузовых поездов «по готовности». При такой технологии время готовности состава, локомотива, локомотивной бригады, наличие свободной нитки графика, взаимоувязка ниток по лежащим впереди техническим станциям носит вероятностный характер,

что увеличивает непроизводительные простои. Анализ отечественного и зарубежного практического опыта, имеющихся научных исследований в области организации перевозок грузов на железнодорожном транспорте [2-10] позволяет сделать вывод о том, что одним из направлений совершенствования перевозочного процесса является технология организации движения грузовых поездов на основе твердых ниток графика по расписанию. В случае применения такой технологии состав готовится к отправлению по «твердой нитке», не только обеспеченной локомотивом и локомотивной бригадой, но и согласованной по направлению следования, что существенно уменьшает непроизводительные потери.

Во времена СССР имел место опыт организации движения кольцевых технологических маршрутов, когда времена прибытия и отправления поездов согласовывались с технологическим циклом работы предприятий. Однако, использование для перевозок преимущественно вагонов инвентарного парка с обезличенным регулированием порожнего вагонопотока, делало жесткое закрепление подвижного состава за нитками графика экономически неоправданным из-за большого порожнего пробега. В настоящее время обслуживание значительной доли перевозок производится собственными вагонами, движение которых организовывается по кольцевой схеме в составах отправительских маршрутов. Поэтому сейчас создаются условия для перевода грузовых перевозок на движение

по расписанию. Также необходимо отметить, что при появлении независимых железнодорожных перевозчиков их доступ к инфраструктуре будет осуществляться только в строго установленном время.

Принципиально можно выделить два направления внедрения твердых ниток. Во-первых, твердые нитки графика могут быть эффективными при осуществлении технологических перевозок, перевозок ценных и скоропортящихся грузов, а также других грузов, для которых актуальной является доставка «точно в срок». Во-вторых, использование твердых ниток графика может быть эффективным при выполнении массовых перевозок грузов с устойчивыми во времени объемами, для которых актуальной является задача сокращения оборота вагонов и общей стоимости перевозки. В данной работе рассматривался второй случай. При этом, на данном этапе исследования принято, что поезда должны отправляться строго установленной длины так, как отправление не полноразмерных поездов приводит к увеличению расходов перевозчика, а нормативная база, позволяющая тарифицировать перевозки грузов в зависимости от состава поезда, в Украине отсутствует.

Цель исследования

Целью исследования является определение рабочего парка грузовых вагонов для обеспечения перевозок грузов в поездах, отправляющихся по расписанию и сравнение его с рабочим парком вагонов для условий перевозки грузов в поездах, отправляющихся по готовности.

Материалы и результаты исследования

Одним из безусловно положительных результатов перевозки

грузов по расписанию является уменьшение продолжительности перевозок за счет увеличения маршрутной скорости в 1,5 раза и более [10]. Однако продолжительности выполнения грузовых, коммерческих, технических, таможенных и других операций на станциях погрузки и выгрузки представляют собой случайные величины, подверженные влиянию значительного количества случайных факторов. В этой связи требуется создание запаса вагонов на станциях отправления, обеспечивающего отправление поездов строго по расписанию в случае увеличения продолжительности выполнения технологических операций.

Учитывая, что система перевозки грузов на замкнутом маршруте является многофазной, стохастической системой с обратными связями, то для исследования происходящих в ней процессов использованы методы имитационного моделирования. При этом принято, что в процессе обслуживания вагон может последовательно находиться в следующих фазах:

- погрузка (от приема до окончания уборки с грузового фронта);
- накопление составов груженых поездов;
- отправление груженых поездов;
- следование груженых поездов;
- выгрузка (от приема до окончания уборки с грузового фронта);
- накопление порожних поездов;
- отправление порожних поездов;
- следование порожних поездов.

Имитационная модель движения кольцевого маршрута реализована в среде Builder C++ в виде программного комплекса.

Исходные данные для построения модели приняты на основании изучения реальных условий перевозки железорудного сырья из Полтавского ГОК в транспортный Узел ТИС [11, 12] на направлении длиной 514 км. В результате статистического анализа установлено, что

продолжительности нахождения вагонов в отдельных фазах обслуживания являются случайными величинами, имеющими логарифмически нормальное распределение.

Оценка эффективности перевода кольцевых маршрутов на движение по расписанию по сравнению с традиционной технологией перевозки выполнена на основании сравнения рабочего парка вагонов, необходимого для освоения одинаковых размеров перевозок.

Количество вагонов, необходимое для функционирования системы определяется как

$$n_{\text{п}} = \frac{\theta N m_c}{24}, \quad (1)$$

где θ - оборот вагона, час;

N - среднее количество пар поездов отправляемых в сутки;

m_c - состав поезда.

Определение рабочего парка вагонов для осуществления перевозок по традиционной технологии, когда отправление поездов осуществляется по готовности, выполнено на основании серии имитационных экспериментов. На предварительном этапе аналитическим расчетом установлен рабочий парк вагонов теоретически необходимый для обеспечения требуемых объемов перевозок

$$n_{\text{тп}} = \frac{N_p m_c (\bar{t}_{\text{п}} + \bar{t}_{\text{ор}} + \bar{t}_{\text{слг}} + \bar{t}_{\text{в}} + \bar{t}_{\text{оп}} + \bar{t}_{\text{слп}}) + 2c m_c}{24},$$

где $\bar{t}_{\text{п}}$, $\bar{t}_{\text{ор}}$, $\bar{t}_{\text{слг}}$, $\bar{t}_{\text{в}}$, $\bar{t}_{\text{оп}}$, $\bar{t}_{\text{слп}}$ - соответственно, математические ожидания продолжительности нахождения вагона в фазе погрузки, отправления груженого, следования груженого, выгрузки, отправления порожнего и следования порожнего вагона, час;

c - параметр накопления.

Для учета обратных связей, имеющихся в системе, выполнено имитационное моделирование процесса следования вагонопотоков. В каждом опыте фиксировался оборот вагонов, по

среднему значению которого в соответствии с выражением (1) определялось необходимое количество вагонов для осуществления перевозок $n_{\text{тп}}$. Выполненные эксперименты показали, что $n_{\text{тп}}$ является случайной величиной. Пример гистограммы распределения величины $n_{\text{тп}}$ для средних размеров перевозки 171 вагон в сутки представлен на рис. 1, а.

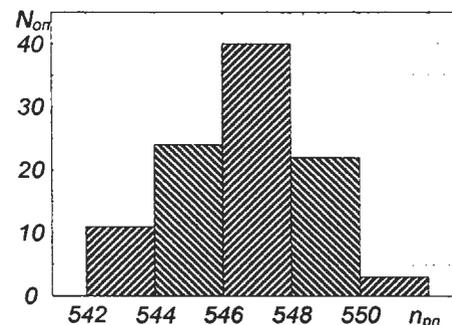
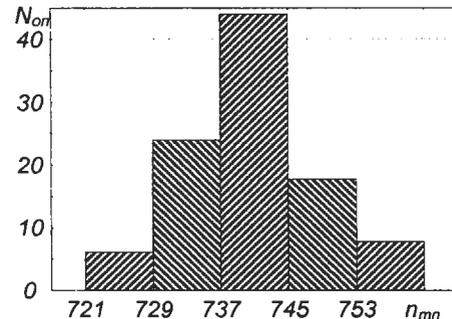


Рис. 1. Гистограмма распределения случайной величины количества вагонов, необходимых для перевозки грузов: а – отправление поездов по накоплению; б – отправление поездов по расписанию.

В результате статистической обработки установлено, что величина $n_{\text{тп}}$ имеет нормальный закон распределения. В качестве величины рабочего парка вагонов, необходимого для обеспечения перевозок, принято такое значение $n_{\text{тп}}$, вероятность превышения которой величиной $n_{\text{тп}}$ составляет не более 0,003. Так, для опыта, результаты которого представлены на рис. 2, а, необходимое количество вагонов составляет 766.

Для оценки неравномерности перевозок период моделирования был разбит на 24-х часовые интервалы, соответствующие отдельным суткам. В каждом из этих интервалов фиксировалось количество отправленных поездов. Коэффициент неравномерности k_n определялся как отношение максимального количества поездов, отправленных в течение суток к среднему. Так, для объема перевозок 171 вагон в сутки $k_n=1,67$, а для объема перевозок 285 вагонов в сутки – 1,6.

При моделировании движения поездов по расписанию принято, что продолжительности нахождения вагонов в системах отправления и следования являются постоянными величинами. Продолжительности следования груженых и порожних вагонов приняты на основании анализа графиков движения поездов с учетом резервов времени, необходимых для парирования случайных задержек [6].

В условиях отправления поездов по расписанию в системе должно находиться строго определенное количество вагонов $n_{рп}$, которое определяется по формуле (1). Превышение количеством вагонов значения $n_{рп}$ приводит к тому, что излишек вагонов постоянно находится в накоплении. Если число вагонов меньше значения $n_{рп}$, то в определенные моменты времени складываются ситуации, когда нитки графика не могут быть обеспечены составами поездов. Учитывая, что точное значение оборота вагонов θ подвержено влиянию случайных факторов, то для определения значения $n_{рп}$ моделирование пропуска вагонов осуществлялось в два этапа. На первом этапе моделирование выполнялось с завышенным значением $n_{р}$. При этом фиксировалось минимальное количество груженых и порожних вагонов, находящееся в накоплении, соответственно $m_{нг}$ и $m_{нп}$. На втором этапе, после стабилизации процесса моделирования, из накопления груженых и порожних вагонов исключалось

соответственно $m_{нг}$ и $m_{нп}$ вагонов (рис. 2). Потребное количество вагонов для обеспечения перевозки определялось как $n_{рп} = n_{р} - m_{нг} - m_{нп}$.

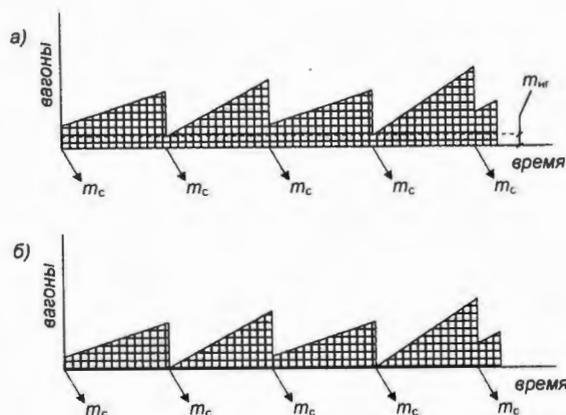


Рис. 2. Моделирование процесса накопления вагонов: а – на первом этапе; б – на втором этапе

Выполненные эксперименты показали, что $n_{рп}$ является случайной величиной. Пример гистограммы распределения величины $n_{рп}$ представлен на рис. 1, б. В результате статистической обработки установлено, что величина $n_{рп}$ имеет нормальный закон распределения. Величина рабочего парка вагонов, необходимого для обеспечения перевозок $n_{рк}$, определялась с надежностью 0,997 и, для опыта, результаты которого представлены на рис. 2, б, необходимое количество вагонов составляет 553.

Выполненные эксперименты показали, что организация движения кольцевых маршрутов по расписанию при размерах отправления 171 вагон в сутки обеспечивает экономию рабочего парка грузовых вагонов 213 единиц, а при размерах отправления 285 вагонов в сутки – 377 единиц. В целом, такая организация перевозок на маршрутах следования массовых грузов с устойчивыми объемами обеспечивает экономию 20-30% парка грузовых вагонов. При этом, экономия расходов на перевозки будет составлять

порядка 6,5% от общей стоимости перевозки или 8,4% от стоимости услуг железнодорожной инфраструктуры.

В настоящее время, как в Украине, так и Российской Федерации отсутствуют методы тарификации перевозок грузов, а также методы оценки ответственности за не предоставление вагонов для перевозки грузоотправителем и невыполнение установленных сроков доставки перевозчиком. Организация перевозок выполняется в опытном режиме. Например, на Свердловской железной дороге (Российская Федерация) реализуется проект, в рамках которого осуществляется перевозка железорудного сырья ОАО Качканарский ГОК "Ванадий" со станции Качканар до станции Смычка в адрес ОАО "Нижнетагильский металлургический комбинат" [9]. При этом, при тарификации перевозок, установлен поправочный коэффициент 1,5 к тарифу Прейскуранта 10-01. Выполненные исследования показывают, что такое увеличение стоимости услуг инфраструктуры может быть оправдано для грузоотправителя только при выполнении всех перевозок в течение предельного значения установленного срока доставки, что не соответствует реальным условиям эксплуатации. В этой связи, при повышении стоимости перевозок грузов железной дорогой грузоотправители не получают прямого экономического эффекта от сокращения расходов на перевозки. Основной эффект от организации движения грузовых поездов как для железных дорог так и для грузоотправителей состоит в существенном снижении неравномерности перевозок, а соответственно в локомотивах, локомотивных бригадах и погрузо-разгрузочных средствах.

Выводы

Организация движения грузовых поездов по расписанию является эффективным способом улучшения

показателей эксплуатации тягового подвижного состава Укрзалізнички и частных вагонов, а также погрузо-разгрузочных средств промышленных предприятий. В ней заинтересованы как грузоотправители и грузополучатели, так и перевозчик. Для внедрения на железных дорогах Украины перевозок грузов по расписанию необходимо совершенствование нормативной базы и методов тарификации перевозок.

Список литературы

1. Программа экономических реформ на 2010-2014 годы "Состоятельное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство" [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.president.gov.ua/docs/Programa_reform_FINAL_2.pdf.
2. Бородин А.Ф. О ходе работы «Переход на новую технологию управления движением поездов по расписанию на опытных полигонах» в рамках приоритетного направления «Разработка технологии эксплуатационной деятельности холдинга «РЖД», обеспечивающей достижение целевых экономических параметров на базе процессных моделей» [Текст]/ А.Ф. Бородин // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» - 2011. - №6. с. 3-21
3. Шаров В.А. Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию [Текст]/ В.А. Шаров, А.Ф. Бородин // Железнодорожный транспорт. – 2011. - №8. – С. 11-22.
4. Ивницкий В. А. К проблеме увеличения количества твердых ниток графика движения поездов [Текст]/ В. А. Ивницкий, И.Н. Шапкин, Е.М. Кожанов // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2008. - №5. – С.14-21.
5. Шапкин И.Н. Организация перевозок на основе дискретных методов

управления и твердого графика движения поездов [Текст]/ И.Н. Шапкин, Д.Б. Неклюдов, Е.М. Кожанов // Железные дороги мира. – 2005. – с. 28-33

6. Цуцков Д. В. Выбор технологических параметров организации перевозочного процесса с использованием твёрдых ниток графика [Текст] : Дис. канд. техн. наук / Д. В. Цуцков // М.: РГБ, 2005. – 227 с.

7. Верлан А.И. Исследование перевозок грузов в условиях организации движения грузовых поездов по расписанию [Текст]/ А. И. Верлан, Козаченко Д.Н., Баланов В.О. // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: тезисы 73 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 23-24 мая 2013 г.) – Д.: ДИИТ, 2013. – 142 с.

8. Частные операторы подвижного состава в скором времени получают в своё распоряжение «твёрдые нитки» графика движения грузовых поездов [Электрон. ресурс] – Режим доступа: http://www.railsovet.ru/news/media_partnership/?ELEMENT_ID=229

9. На Свердловской железной дороге успешно реализован пилотный проект организации движения грузовых поездов по расписанию на участке Качканар – Смычка [Электрон. ресурс] – Режим доступа: http://svzd.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=11&layer_id=4069&id=5550

10. За 5 месяцев текущего года на Октябрьской магистрали по твердым ниткам графика проследовало 1142 поезда. [Электрон. ресурс] – Режим доступа:

http://cargo.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=658&layer_id=3328&id=82242

11. Козаченко Д.Н. Оценка эффективности маршрутизации перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом в современных условиях [Текст]/ Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора, А.И. Верлан // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного

транспорту української державної академії залізничного транспорту. – вип. 31 – вид-во ДонІЗТ, 2012, с. 25-29

Верлан А.И. Підвищення ефективності управління приватним вагонним парком за рахунок відправницької маршрутизації порожніх вагонопотоків [Текст]/ А.И. Верлан, Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2012, № 6, с. 35-37

Аннотации:

В статье представлены результаты исследования эффективности перевода грузовых поездопотоков на движение по расписанию. Методами имитационного моделирования и математической статистики установлен рабочий парк вагонов, необходимый для выполнения перевозок. Выполнена оценка влияния перевода грузовых поездов на движение по расписанию на стоимость перевозки.

Ключевые слова: грузовые перевозки, график движения, маршрут, моделирование

У статті представлені результати дослідження ефективності переведення вантажних поїздопотоків на рух за розкладом. Методами імітаційного моделювання та математичної статистики визначений робочий парк вагонів, необхідний для виконання перевезень. Виконана оцінка впливу переведення вантажних поїздів на рух по розкладу на вартість перевезення.

Ключові слова: вантажні перевезення, графік руху, маршрут, моделювання

The article presents the results of research on the effectiveness of transfer of freight trains on the move on schedule. The number of cars for traffic is estimated on base of methods of simulation and mathematical statistics. The evaluation of the influence of transfer of freight trains on the motion on the schedule on the cost of transportation is done.

Keywords: freight traffic; schedule; unit train; simulation

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ДОНЕЦЬКОГО ІНСТИТУТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Випуск 35

Редактор А.М.Костік

Подано на укладання 10.09.13 р . Підписано до друку 10.09.13 р.
Формат 70x108/16.

Папір офс. Гарн. Times New Roman. Друк на ризографі.
Ум.друк.арк. 6,76 Обл. – вид.арк. 7,41 Наклад 105 прим. Зам. № 195.

Надруковано в редакційно-видавничому відділі ДонІЗТ
Свідоцтво про внесення до державного реєстру від 22.06.2004 р.,
Серія ДК № 1851

83018, м.Донецьк, вул. Горна, 6
