

- 5 **Пат. СССР № 730616.** Устройство для формирования поездов / Н.А. Трегубов. – Оpubл. 30.04.1980, бюл. № 16.
- 6 **Пат. СССР № 556070.** Способ сортировки вагонов на последовательно расположенных основном и дополнительном сортировочных устройствах / Л.Б. Тишков, И.И. Страковский, Е.А. Сотников, В.Б. Корш, А.С. Перминов. – Оpubл. 30.04.1977, бюл. № 16.
- 7 **Пат. України на корисну модель № 56315.** Пристрій для формування багатогрупних составів / В.І. Бобровський, І.Я. Сковрон, А.С. Дорош. – Оpubл. 10.01.2011, бюл. № 1/2011.
- 8 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР // ВСН 207–89 / МПС. – М. : Транспорт, 1992. – 104 с.
- 9 **Пат. України на корисну модель № 55826.** Спосіб формування багатогрупних составів на основному та допоміжному сортувальних пристроях / В.І. Бобровський, І.Я. Сковрон. – Оpubл. 27.12.2010, бюл. № 24/2010.
- 10 **Бобровский, В.И.** Совершенствование технологии формирования многогруппных составов / В.И. Бобровский, И.Я. Сковрон // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 19. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – С. 88–93.
- 11 **Сковрон, И.Я.** Оптимизация выбора схемы формирования многогруппных составов / И.Я. Сковрон // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Вып. 1/3. – Харьков : Технологический центр, 2012. – С. 20–26.

УДК 656.212

*Н.И. Березовый, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкин*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **Введение**

Анализ оборота грузового вагона на железных дорогах Украины показывает, что значительная его часть – до 38 % (на Донецкой железной дороге – свыше 50 %) – приходится на подъездные пути предприятий. Простой вагонов на подъездных путях некоторых металлургических комбинатов достигает 100 ч и более. Одной из причин, вызывающих такое положение вещей, является неравномерность в погрузке и выгрузке грузов, а также неравномерность перевозочного процесса на магистральном железнодорожном транспорте [1].

Следует отметить, что в последние годы неравномерность в работе Укрзализныци, которая фактически является монополистом в сегменте железнодорожных перевозок, демонстрирует тенденцию к росту. Наличие существенной неритмичности продвижения вагонов по маршруту следования приводит к тому, что суточные колебания объемов их прибытия на подъездные пути могут достигать 200–300 %, а по отдельным грузам отклонение максимальных объемов прибытия от среднесуточных значений может достигать 400–500 % и более [2]. Задержки вагонов в пути следования возникают по причине отсутствия поездных локомотивов или локомотивных бригад, смены локомотивов и локомотивных бригад, простоя вагонов под накоплением на сортировочных станциях и т.п. Кроме того, железные дороги Украины, являясь государственным монополистом, в своей работе продолжают ориентироваться на выполнение собственных эксплуатационных показателей. При этом в условиях, когда стоимость услуг железных дорог несущественно зависит от их качества, для увеличения прибыли государственная монополия заинтересована в первую очередь в снижении собственных расходов, что зачастую не совпадает с интересами многих грузовладельцев.

Одним из направлений повышения эффективности взаимодействия промышленных предприятий в единой логистической цепи поставок является использование кольцевых маршрутов при условии стабильного грузопотока достаточного объема.

Сотрудниками Горочно-испытательной лаборатории ДНУЖТа в 2010–2012 гг. был выполнен комплекс научно-исследовательских работ по созданию эффективной технологии взаимодействия металлургических предприятий цикла производства труб – заводом «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» (г. Днепропетровск) и трубопрокатным заводом «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» (г. Никополь) – при перевозке трубной заготовки магистральным железнодорожным транспортом.

Завод «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» является контрагентом металлургического завода «ИНТЕРПАЙП НТЗ». Станциями примыкания заводов «ИНТЕРПАЙП НТЗ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» являются соответственно станция Нижнеднепровск и станция Никополь Приднепровской железной дороги.

Организация перевозки трубной заготовки между данными станциями является многовариантной технологической задачей. Решение данной задачи должно обеспечить:

- надежность и равномерность поставок трубной заготовки с завода «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» на завод «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ»;
- минимум расходов, связанных с перевозкой трубной заготовки между указанными станциями;
- взаимовыгодные технологические решения как для предприятий, так и для Приднепровской железной дороги.

### ***Выбор подвижного состава для перевозки***

Трубная заготовка согласно ЕТСНГ имеет код 314063 и относится к внеклассным тяжеловесным грузам, которые не боятся атмосферного влияния. Для перевозки данного груза наиболее подходят платформы и полувагоны. Как известно, на выбор типа вагона, использование которого для перевозок позволит минимизировать эксплуатационные расходы, оказывает влияние схема погрузки и крепления груза, способы погрузки и выгрузки.

Согласно [3] на складе готовой продукции завода «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» для складирования и погрузки трубной заготовки в вагоны предусмотрены четыре мостовых крана с поворотной тележкой грузоподъемностью 30 т, оборудованные электромагнитными захватами. Для выгрузки трубной заготовки из вагонов на заводе «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» также предусмотрены мостовые краны, оборудованные электромагнитными захватами трубной заготовки.

В соответствии с правилами техники безопасности при погрузочно-выгрузочных операциях, которые выполняются кранами с электромагнитными захватами, в зоне их работы не должны находиться люди. Поэтому при погрузке и выгрузке трубной заготовки из вагонов подготовительные, промежуточные, заключительные операции с вагонами должны выполняться вне зоны работы кранов. Следовательно, для обеспечения безопасности людей, участвующих в погрузке-выгрузке вагонов, выбранный тип вагона должен обеспечивать минимальное участие людей в подготовительных, промежуточных и заключительных операциях. Под этими операциями подразумеваются: установка предохранительных щитов, стоек, подкладок для разделения ярусов трубной заготовки; увязка ярусов в процессе погрузки, снятие связок перед началом выгрузки и в процессе выгрузки; снятие предохранительных щитов, стоек после завершения выгрузки вагона. Наличие той или иной из вышеперечисленных операций зависит от типа вагона, схемы погрузки и крепления трубной заготовки в вагоне, утвержденной железной дорогой. Наличие и перечень этих операций зависит также от формы собственности вагонов. Так, при использовании для погрузки универсальных платформ и полувагонов, принадлежащих предприятиям железной дороги, установка предохранительных щитов, стоек выполняется перед каждой погрузкой, а их снятие после каждой выгрузки. При использовании собственных (арендованных) универсальных вагонов только для перевозки трубной заготовки предохранительные щиты и стойки, после первичной установки, могут использоваться многократно, что ускоряет обработку вагонов как при погрузке, так и при выгрузке.

По сравнению с универсальными полувагонами любой формы собственности универсальные платформы имеют следующие преимущества:

- уменьшение продолжительности цикла работы крана за счет меньшей высоты подъема и опускания трубной заготовки (разница в высоте подъема составляет 1800 мм);
- более удобные условия работы для крановщика и работников, участвующих в обработке вагонов;
- уменьшение возможности повреждения вагона при выполнении погрузочно-выгрузочных операций.

На железных дорогах Украины эксплуатируются универсальные платформы, каждая из которых имеет свои технические характеристики и свои особенности. Анализ указанных характеристик и особенностей эксплуатируемых моделей универсальных платформ позволил установить наиболее целесообразные модели для перевозки трубной заготовки. Это модернизированные модели платформ № 13-401-35 и № 13-4012-35. Платформы указанных моделей предназначены для перевозки продукции металлургической промышленности (сортовая и прокатная сталь, рельсы, слябы и др.) и других грузов, которые не требуют защиты от атмосферных осадков. Данные платформы позволяют грузить

и выгружать трубную заготовку кранами с электромагнитными захватами без последующего ее крепления. Кроме того, особенностями платформ этих моделей по сравнению с другими моделями универсальных платформ являются:

- отсутствие боковых и торцевых бортов;
- наличие торцевых передвижных упоров и боковых упоров высотой 700 мм;
- наличие поперечных швеллеров на полу платформы, предназначенных для укладки груза.

Недостатком этих платформ является необходимость выставки торцевых упоров по длине груза перед началом каждой погрузки, а не после нее. Это замедляет погрузку из-за необходимости попадания трубной заготовки в ограниченное торцевыми упорами пространство платформы. Кроме того, из-за большой массы торцевых упоров (700 кг) для их передвижения необходимо иметь соответствующие средства механизации.

Сотрудниками ДНУЖТ было выполнено технико-экономическое сравнение вариантов использования платформ различной собственности, при этом учитывались следующие статьи расходов:

- тариф на перевозку трубной заготовки со станции Нижнеднепровск на станцию Никополь;
- тариф на перевозку порожних вагонов со станции Никополь на станцию Нижнеднепровск;
- плата за пользование вагонами железных дорог на подъездных путях «ИНТЕРПАЙП НТЗ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ»;
- плата владельцу собственных (арендованных) вагонов.

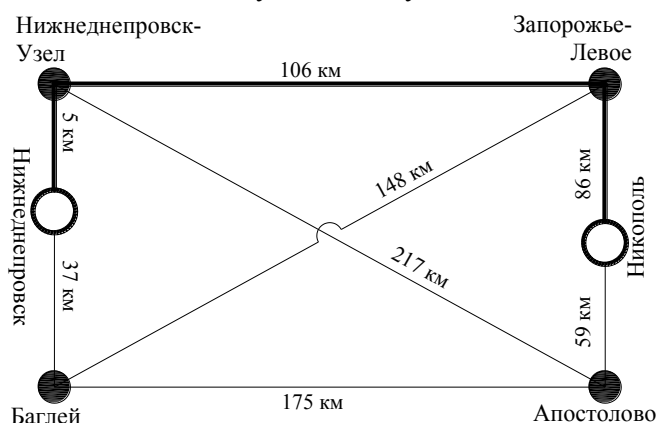
При выполнении расчетов было учтено фактическое отчетное время нахождения вагонов на подъездных путях заводов «ИНТЕРПАЙП НТЗ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ», которое составляет 24,0 и 43,9 ч соответственно.

Выполненные расчеты показали, что превышение тарифа на перевозку трубной заготовки в вагонах инвентарного парка и плата за пользование этими вагонами на подъездных путях в сумме составляет около 1500 гривен на один рейс вагона.

Указанную сумму можно сравнивать с платой за аренду собственных вагонов, принадлежащих одной из операторских компаний. Перевозка в собственных вагонах позволяет не только уменьшить плату за пользование вагонами, но также может обеспечить более равномерную поставку трубной заготовки из-за дефицита платформ инвентарного парка. На основании выполненных расчетов был сделан вывод о целесообразности перевозки трубной заготовки в собственных платформах моделей № 13-401-35 или № 13-4012-35.

### **Выбор системы организации перевозочного процесса**

В соответствии с [4] процесс перевозки трубной заготовки со станции Нижнеднепровск до станции Никополь может осуществляться групповыми или маршрутными отправлениями. Маршрут перевозки трубной заготовки был определен при расчете тарифного расстояния (рис. 1) и включает кроме станций Нижнеднепровск и Никополь две крупные сортировочные станции – Нижнеднепровск-Узел и Запорожье-Левое, а также одну техническую станцию Синельниково-1.



**Рис. 1. Расчетная схема для определения тарифного расстояния между станциями Нижнеднепровск и Никополь**

Согласно действующему плану формирования поездов на железных дорогах Украины на указанных станциях в направлении перевозки трубной заготовки формируются следующие виды поездов:

– станция Нижнеднепровск – вывозной поезд на станцию Нижнеднепровск-Узел;  
 – станция Нижнеднепровск-Узел – сквозной поезд на станцию Запорожье-Левое (при этом через станцию Синельниково-1 поезд следует без переработки);  
 – станция Запорожье-Левое – участковый поезд из двух групп, одна из которых следует до Никополь.

В направлении перевозки порожних вагонов, следующих под погрузку трубной заготовки на завод «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ», на указанных станциях формируются следующие поезда:

– станция Никополь – сборно-участковый поезд (прицепка вагонов к поезду Апостолово – Запорожье-Левое);  
 – станция Запорожье-Левое – сквозной поезд на станцию Нижнеднепровск-Узел;  
 – станция Нижнеднепровск-Узел – вывозной поезд из двух групп на станцию Нижнеднепровск (одна из групп следует на станцию Нижнеднепровск-Пристань).

Одним из основных факторов, влияющих на выбор системы организации железнодорожной перевозки, является размер потребного рабочего парка вагонов, необходимых для осуществления перевозки. Потребный рабочий парк вагонов определяется по формуле

$$N_{\text{раб}} = \theta N_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где  $\theta$  – оборот вагона, сут;

$N_{\text{ср}}$  – среднесуточный объем отгрузки трубной заготовки, ваг.

Анализ отчетных данных о работе с вагонами на подъездных путях «ИНТЕРПАЙП НТЗ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» показывает, что вагоны находятся на подъездных путях этих предприятий в среднем 67,9 ч (2,8 сут). Согласно [4] срок доставки начинается с 24-го часа даты приёма груза (порожного собственного вагона) к перевозке, которая проставляется в перевозочных документах календарным штемпелем станции отправления.

Срок доставки рассчитывают, исходя из тарифного расстояния перевозки – 197 км. При перевозке групповыми отправлениями грузовой скоростью на каждые полные и неполные 200 км срок доставки составляет сутки. Кроме того, к полученному сроку добавляют сутки для выполнения операций на станциях Нижнеднепровск и Никополь по подготовке вагонов к сдаче и сдаче на подъездных путях соответственно «ИНТЕРПАЙП НТЗ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ». Таким образом, срок доставки гружёных вагонов со станции Нижнеднепровск до станции Никополь составляет двое суток. Срок доставки порожних вагонов в обратном направлении также составляет двое суток.

Кроме того, необходимо учесть время от момента сдачи вагонов с подъездного пути на станцию до конца суток. Если принять это время как для станции Нижнеднепровск, так и для станции Никополь равным 12 ч (0,5 сут), то оборот вагонов при перевозке трубной заготовки групповыми отправлениями составит:

$$\theta = 1,0 + 0,5 + 2,0 + 1,8 + 0,5 + 2,0 = 7,8 \text{ сут.}$$

Рабочий парк вагонов при среднесуточном объеме отгрузки  $n_{\text{ср}} = 29,2$  вагона [3] составит:

$$N_{\text{раб}} = 7,8 \cdot 29,2 = 228 \text{ ваг.}$$

Сократить оборот вагона, уменьшив тем самым рабочий парк вагонов, возможно только за счет сокращения продолжительности грузовых операций. Очевидно, что уменьшить время следования вагонов при перевозке групповыми отправлениями не представляется возможным ввиду наличия по маршруту доставки груза двух сортировочных станций, где будет перерабатываться как порожний, так и груженный вагонопоток. Обеспечить ритмичность подачи груженных вагонов под выгрузку и порожних вагонов под погрузку в этих условиях также весьма проблематично.

Эффективной альтернативой перевозке трубной заготовки групповыми отправлениями является ее перевозка маршрутами, что не требует переработки вагонопотока на сортировочных станциях Нижнеднепровск-Узел и Запорожье-Левое; при этом маршрутные поезда следуют между станциями Нижнеднепровск и Никополь без переформирования. Однако вследствие специфики существующих тяговых плеч поездных локомотивов на станции Запорожье-Левое предусмотрена смена поездных локомотивов.

При массе тары платформы  $q_t = 22,5$  т, статической норме загрузки  $q_{\text{ст}} = 67,3$  т и весовой норме поездов на участке между станциями Нижнеднепровск и Никополь  $Q_{\text{п}} = 4600$  т количество вагонов в маршрутном поезде с трубной заготовкой составит

$$n_{\text{м}} = \frac{4600}{67,3 + 22,5} = 51 \text{ ваг.}$$

Для определения продолжительности оборота вагона при организации перевозки трубной заготовки маршрутными отправлениями был разработан график движения кольцевых маршрутов между станциями Нижнеднепровск и Никополь с учетом продолжительности их обработки (погрузки и выгрузки) на подъездных путях предприятий (рис. 2).

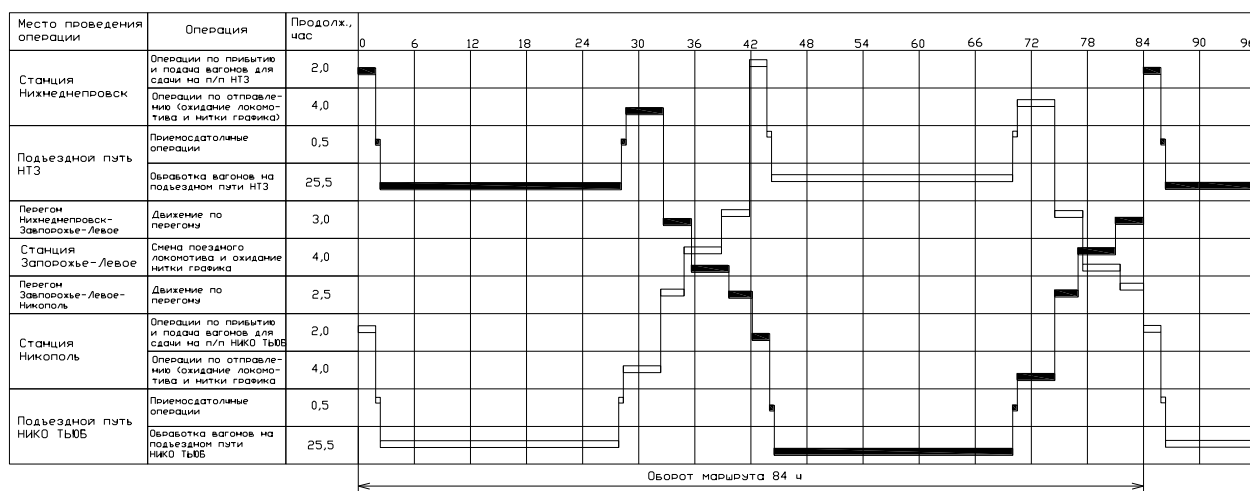


Рис. 2. График движения маршрутов для перевозки трубной заготовки

Расчетная минимальная продолжительность обработки маршрутов на подъездных путях «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТБЮБ» составляет 21,7 и 16,5 ч соответственно [5, 6]. Время следования маршрута в обоих направлениях составляет порядка 11 ч. Кроме этого, в разработанном графике (рис. 2) заложено время на выполнение дополнительных операций (в целом около 13 ч), в том числе на обработку поездов по отправлению и прибытию на станциях Нижнеднепровск и Никополь в каждом направлении, на ожидание поездного локомотива и свободной нитки графика движения поездов на станциях Нижнеднепровск, Запорожье-Левое и Никополь. Таким образом, прогнозируемый оборот вагона при организации перевозки трубной заготовки маршрутными отправлениями составляет 62,2 ч (2,6 сут). В дальнейших расчетах при разработке логистики перевозок трубной заготовки были учтены необходимые резервы времени нахождения маршрутов на подъездных путях под обработкой, а также высокая насыщенность графика движения поездов на участке Синельниково-1 – Запорожье-Левое вследствие значительных размеров пассажирского движения. При этом оборот вагона составил 84 ч (3,5 сут), что в 2,2 раза меньше по сравнению с организацией перевозки групповыми отправлениями.

Потребное количество маршрутов может быть определено из выражения

$$m_m \geq \frac{\theta \cdot n_{cp}}{n_m}.$$

При среднесуточном количестве отгружаемых на внешнюю сеть вагонов с трубной заготовкой  $n_{cp} = 29,2$  необходимое количество маршрутов составит:

$$m_m \geq \frac{3,5 \cdot 29,2}{51} \approx 2 \text{ маршрута.}$$

Рабочий парк вагонов при перевозке трубной заготовки маршрутами составит:

$$N_{\text{раб}} = 3,5 \cdot 29,2 = 103 \text{ ваг.}$$

При этом экономия рабочего парка вагонов по сравнению с перевозкой групповыми отправлениями составит 125 ваг.

Однако, как показали результаты графоаналитического моделирования, при одновременном нахождении двух маршрутных поездов на одном из подъездных путей возникают серьезные задержки и сбои при их обработке, так как уровень технической оснащенности подъездных путей не обеспечивает требуемый в этих условиях уровень перерабатывающей способности. С учетом данной проблемы были разработаны варианты графики движения маршрутных поездов с трубной заготовкой, которые исключают возможность нагона одного маршрута другим.

### Выводы

Перевозка трубной заготовки маршрутными отправлениями имеет явные преимущества перед перевозкой групповыми отправлениями, в том числе:

- уменьшение оборота вагонов и, следовательно, сокращение потребного рабочего парка вагонов;
- уменьшение нагрузки на станции Нижнеднепровск-Узел и Запорожье-Левое по переработке вагонопотока;
- уменьшение объемов маневровой работы на станции Нижнеднепровск и на станции Никополь ввиду отсутствия операций по формированию и расформированию как груженых, так и порожних вагонов;
- возможность получения льготного (ниже на 20 %) тарифа на перевозку трубной заготовки маршрутами в соответствии с [7].

В то же время организация перевозки трубной заготовки маршрутными отправлениями вызывает следующие трудности, связанные с их обработкой на подъездных путях «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» и «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ»:

- неравномерная загрузка технических средств железнодорожного транспорта и обслуживающего персонала;
- более жесткие требования к организации бесперебойной перевозки трубной заготовки со складов в производственные цеха в собственном подвижном составе;
- необходимость достаточных площадей на складе готовой продукции «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» для накопления трубной заготовки на маршрутную отправку и на складе трубной заготовки «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» для выгрузки всей маршрутной отправки без дополнительных задержек.

Следует отметить, что разработанная логистическая цепь доставки трубной заготовки между предприятиями цикла производства труб корпорации «ИНТЕРПАЙП» в настоящее время внедрена и эффективно функционирует. Кроме того, научными сотрудниками Горочноиспытательной лаборатории ДНУЖТ разработан целый комплекс технологико-экономических решений, позволяющих повысить эффективность указанной логистической цепи, в том числе с использованием «жестких» ниток графика движения поездов и собственных поездных локомотивов.

### Библиографический список

- 1 **Вернигора, Р.В.** Проблемы функционирования железнодорожных подъездных путей Украины в современных условиях / Р.В. Вернигора // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 4/3 (58). – С. 64–68.
- 2 **Вернигора, Р.В.** Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте / Р.В. Вернигора, Н.И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/3 (56). – С. 62–66.
- 3 Техничко-економическе обоснование. Електросталеплавильний комплекс по виробництву неперервнолитої заготовки. Сводная пояснительная записка. ДТ 345683. Т. 1. – ГП Укрспроммет, 2006.
- 4 Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Ч. 1. – Київ : Видавничий дім «САМ», 2004. – 432 с.
- 5 **Березовый, Н.И.** Особенности работы подъездного пути «МЗ «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» при отгрузке готовой продукции на внешнюю сеть / Н.И. Березовый, Р.В. Вернигора, В. В. Малашкин // Сб. науч. тр. ДНУЖТ. Серия «Транспортные системы и технологии перевозок». – Днепропетровск : ДНУЖТ, 2013. – Вип. 5. – С. 15–19.
- 6 Разработка технологии взаимодействия ООО «МЗ «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» и ООО «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» при перевозке трубной заготовки : отчет по НИР / ООО «Научно-производственное предприятие “Укртранскад”». – Киев, 2011. – 112 с.
- 7 Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов’язані з ними послуги. – Київ : Укрзалізниця, 2009.