

Bibliography:

1. Maslak A.V. Identification of external railway carriage traffic volumes of metallurgical enterprises with a single input marshalling yard / A.V. Maslak, P.N. Nosenko // *Zahist metalurgijnih mashin vid polomok : Interuniversity thematic collection of scientific works / SHEE «PSTU»*. – Mariupol, 2014. – Issue 16. – P. 33-39. (Rus.)
2. Parunakjan V.E. Evaluation of processing capacity of freight railway station at the industrial enterprise taking into account the dynamics of processing of the freight wagons flow / V.E. Parunakjan, V.A. Boyko // *Bulletin of SNU named Volodymyr Dahl*. - Lugansk: Publisher SNU named Volodymyr Dahl. – 2012. – № 4 (175). – P. 206-215. (Rus.)
3. Janovs'kij P.O. Methodical bases of quality assurance of production and transport cooperation / P.O. Janovs'kij // *Zaloznichnij transport Ukraïni*. – 2013. – № 5/6 (102/103). – P. 104-111. (Ukr.)
4. Baginova V.V. Control of traffic volumes on the siding railway / V.V. Baginova, A.N. Rahmangulov, N.A. Osincev // *Mir transporta*. – 2010. – № 13. – P. 108-113. (Rus.)
5. Rahmangulov A.N. Methodology of forming of energy-efficient transport and logistics infrastructure / A.N. Rahmangulov, O.A. Kopylova // *Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii : Interuniversity thematic collection of scientific works / MGTU*. – Magnitogorsk, 2012. – № 2. – P. 45-53. (Rus.)

Рецензент: В.Э. Парунакян
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 15.09.2015

УДК 656.073:669.013

© Маслак А.В.¹, Кирицева Е.В.²

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ВАГОНОПОТОКОВ
РАЙОННОЙ СТАНЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Рассмотрен процесс переработки вагонопотоков районной станции крупного металлургического комбината при обслуживании прокатных цехов железнодорожным транспортом. Определены основные факторы, влияющие на простой вагонов и оборот подвижного состава.

Ключевые слова: районная станция, вагонопоток, грузопоток, эксплуатационные показатели, динамика производственного процесса.

Маслак Г.В., Кирицева О.В. Дослідження процесу переробки вагонопотоків районної станції металургійного виробництва. Розглянуто процес переробки вагонопотоків районної станції крупного металургійного комбінату при обслуговуванні прокатних цехів залізничним транспортом. Визначені основні фактори, які впливають на простой вагонів та оберт рухомого складу.

Ключеві слова: районна станція, вагонопотік, грузопотік, експлуатаційні показники, динаміка виробничого процесу.

G.V. Maslak, O.V. Kiritseva. Freight railway cars flow handling investigation at freight railway station of a metallurgical enterprise. *The article deals with solving an important and relevant problem of enhancing the efficiency of serving production shops by a freight railway station at a large-scale metallurgical enterprise. The process of handling freight railway cars flow at a freight railway station was considered. The main functions of the*

¹ к-т техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь, avmaslak@mail.ru

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь, elena633@rambler.ru

station, as well as its relations to production shops were identified. The main factors influencing the idle time of freight railway cars, which they spend waiting for loading and transport operations, as well as rolling stock turnout were determined. With the purpose of time factors identification of the railway station operation a graphic model of the handling process (including empty rolling stock arriving, loading, and loaded freight cars departure to the external railway network) was designed. Basing on the results of the research it was determined that the transport operations influence most on the idle time of freight railway cars at the freight railway stations. Analysis shows that operation efficiency of a freight railway station of a metallurgical enterprise depends on proper organization of mutual interaction between transport and freight complexes within the dynamic process of incoming and outgoing freight railway cars flow handling. Obtained data make the basis for further investigation within the framework of solving the problem of enhancing the efficiency of freight railway station operation.

Keywords: freight railway station, freight railway cars flow, flow of goods, operation parameters, dynamics of production process.

Постановка проблеми. На крупных металлургических предприятиях железнодорожный транспорт является основной подсистемой производственно-транспортной системы, обслуживающей основные производственные переделы, и должен обеспечивать поточность и надёжность производственного процесса.

Функционирование железнодорожного транспорта характеризуется сложностью операций, выполняемых с подвижным составом и грузом. Ввиду указанного, задержка подвижного состава и невыполнение заданных регламентами нормативов на каком-либо этапе его продвижения вызывает задержку выполнения последующих операций его переработки, и, как следствие – рост эксплуатационных расходов, транспортных издержек и производственных потерь.

Данное положение особенно усложнилось с переходом на рыночные механизмы хозяйствования, когда радикально изменились формы взаимоотношений предприятий и магистральных железных дорог, и взамен нормы простоя была введена плата за продолжительность использования вагонов внешнего парка (ВП). Так, на отдельных предприятиях металлургической отрасли транспортные издержки достигают 50-60 млн. грн. в год и более [1].

Вместе с этим, на предприятиях до минимума сократились производственные запасы, возросли требования к качеству и срокам поставки сырья и отгрузки готовой продукции. В связи с указанным, усилилась аритмия производственного процесса, что привело к рассогласованию режимов работы производства и транспорта.

Следствием данного положения явилось возникновение целого ряда непрогнозируемых внешних и внутренних факторов, воздействующих на работу основных звеньев производственно-транспортной системы – станций промышленного предприятия. Среди этих факторов можно выделить наиболее значимые:

- динамика производственного процесса;
- устаревшие схемы путевого развития;
- необходимость реализации станциями дополнительных функций;
- возросшая неравномерность перевозочного процесса;
- наличие большого количества фирм операторов-собственников подвижного состава;
- техническое состояние вагонов ВП.

Эти факторы повлияли на загрузку РС, что уменьшило ее пропускную и перерабатывающую способность и, как следствие, увеличили оборот вагонов на станции.

Поэтому в современных условиях важную роль играет повышение эффективности работы районных станций, в условиях воздействия различных факторов.

Анализ последних исследований и публикаций. В литературных источниках на протяжении последних лет проблема обслуживания железнодорожных станций магистральных железных дорог рассматривалась такими учеными, как В.М. Акулиничев, А.Ф. Бородин, П.С. Грунтов.

В работе А.Ф. Бородина изложены принципы функционального подхода и учета динамики при исследовании работы станции [2].

Заслуживает внимания учебник авторского коллектива под ред. проф. П.С. Грунтова, один из основных разделов которого посвящен вопросам управления и технологии работы станций в условиях растущей динамики транспортного процесса.

Особый интерес перечисленные работы представляют тем, что при рассмотрении новых подходов, учитывающих динамику транспортных потоков, большое внимание уделяется вопросам моделирования процессов переработки маршрутов, в частности, моделям массового обслуживания и имитационным моделям [3].

В то же время данный вопрос для условий промышленного транспорта исследован и освещен недостаточно. Поэтому данное направление является весьма перспективным для дальнейшего исследования и его целесообразно развивать применительно к условиям транспорта металлургических предприятий.

Целью статьи является определение основных факторов, влияющих на показатели эксплуатационной работы районной станции (РС).

Изложение основного материала. Для исследования в качестве базовой станции предприятия принимается районная станция (РС) одного из крупных металлургических комбинатов. Она выполняет основную работу по обслуживанию прокатного производства и ряда производственных объектов. РС находится в крайне сложных условиях, поскольку выполняет следующие функции:

- пропуск транзитного поездопотока (пропуск поездов без переработки, пропуск поездов с частичной переработкой);
- прием порожних вагонов;
- подача вагонов под погрузку;
- погрузка, уборка и отправление груженых передач;
- переработка местного вагонопотока (отстой подвижного состава перед подачей на грузовой фронт, отстой подвижного состава после завершения грузовых операций перед отправлением на станцию примыкания, отстой груженых составов, передаваемых в адрес других станций завода).

Основные функции по пропуску поездов, выполняемые рассматриваемой РС, условно классифицируются на основные и вспомогательные (рис. 1).

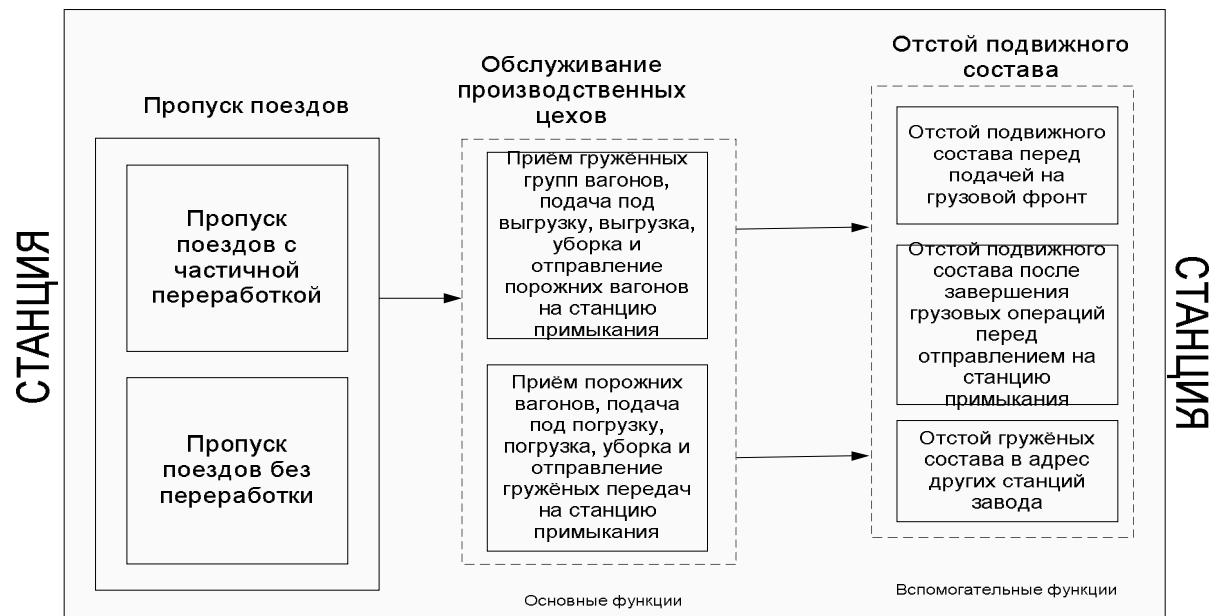


Рис. 1 – Основные функции районной станции металлургического комбината

При этом РС задействована в обслуживании не только прокатного производства, но и таких производственных объектов как: склад леса, химводоочистка, участок погрузки купороса (рис. 2). С целью определения количественных показателей и оценки эффективности работы РС

в рамках обслуговування виробничих об'єктів был проведен ряд хронометражей, охопту-
 вающий период более трех месяцев.

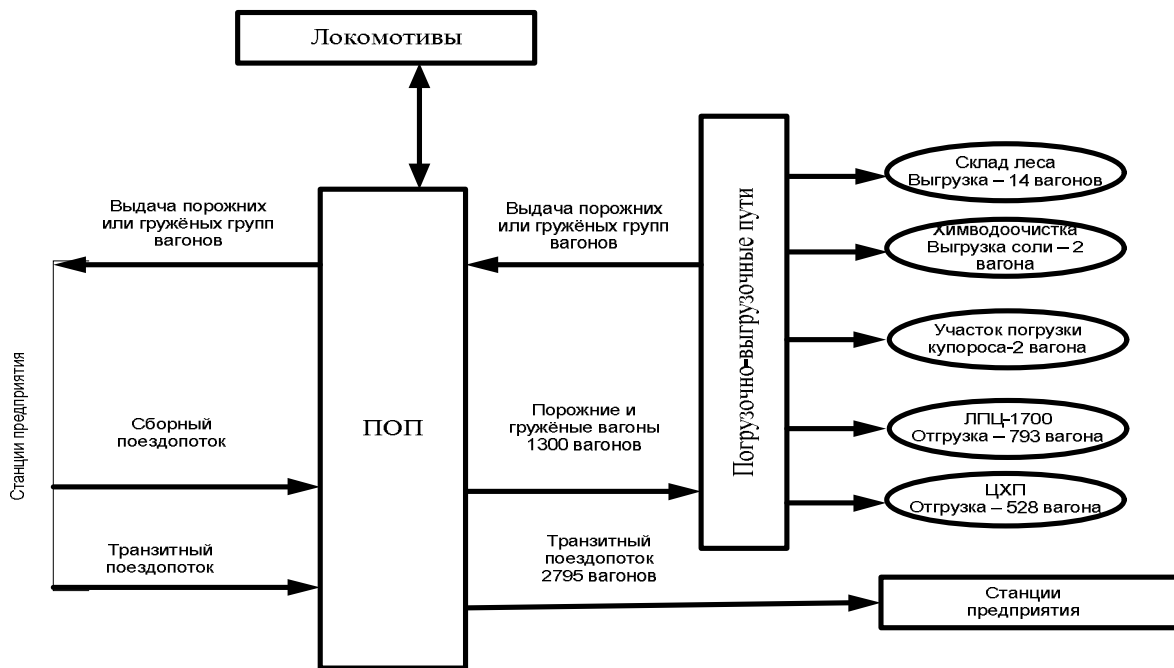


Рис. 2 – Производственные объекты, обслуживаемые районной станцией (РС)

Проведенный хронометраж позволил определить следующее. Средняя величина общего вагонопотока станции составляет 4000 вагонов/мес. В структуре общего вагонопотока транзитный поток составляет 67,5% (2700 ваг.), а вагонопоток, приходящийся на обслуживание производственных цехов, – 32,4% (1300 ваг.). При этом наиболее массовыми являются вагонопотоки, задействованные на обслуживании Листопрокатного цеха 1700 (ЛПЦ-1700) и Цеха холодного проката (ЦХП), что составляет около 793 вагонов и около 528 вагонов в месяц, соответственно. Остальные вагонопотоки, перерабатываемые на РС и связанные с обслуживанием прочих производственных цехов, являются незначительными (так, например, в адрес химводоочистки прибывает 2 вагона в месяц, на участок погрузки купороса – 2 вагона в месяц, на склад леса – 14 вагонов в месяц). Учитывая вышеизложенное, предметом дальнейшего рассмотрения является работа станции при обслуживании двух производственных цехов – ЦХП и ЛПЦ-1700.

Среднемесячное количество вагонов, прибывающих на станцию и предназначенных для отгрузки готовой продукции в прокатных цехах, составляет около 1300 ед. Технология и организация взаимодействия РС и прокатных цехов предполагает осуществление отгрузки прокатной продукции три раза в сутки. Отгрузка прокатной продукции осуществляется на грузовых фронтах цехов. При этом обеспечение прокатных цехов порожними вагонами осуществляется РС на основании заявок, подаваемых ответственным по транспорту прокатного цеха.

По завершении выполнения операций погрузки, включающих оформление сопроводительной документации, груженые вагоны передаются на станцию примыкания для последующего формирования групп вагонов в поезда и сдачи их на внешнюю сеть (ВС).

Среднесуточное количество прибывающих на станцию груженых вагонов составляет около 30 ед. с металлопрокатом и обрезью. Нормативная продолжительность пребывания вагонов на станции составляет 8,5 ч для вагонов, прибывающих из ЛПЦ-1700, и 11,4 часа – для прибывающих из ЦХП.

Отличительной особенностью технологии работы прокатных цехов, отгружающих потребителям готовую продукцию железнодорожным транспортом, является то, что помимо ряда производственных операций ими выполняется целый комплекс операций, непосредственно с производством не связанных, без которых груз отправке не подлежит, что существенно усложняет процесс [4].

По установленному порядку на производственный цех возложены функции подготовки металла к отгрузке: упаковка, маркировка, погрузка груза в подвижной состав, оформление на груз всей сопроводительной документации. При этом в течение каждой смены прокатному цеху планируется подготовить, скомплектовать и отгрузить потребителю в среднем 1200 т выпущенной продукции, которая определяет заявку на вагоны (около 20 ед.).

При нормативном времени транспортного обслуживания прокатных цехов продолжительность операций по подготовке и погрузке металлопродукции в цехе ($T_{п}$) установлена равной продолжительности смены ($T_{см}$), то есть:

$$T_{п} \leq T_{см}. \tag{1}$$

Согласно этому требованию строится вся технология и организация процесса подготовки и отгрузки готовой продукции, включая движение металла и документального потока. При этом операции процесса осуществляются в следующей последовательности. Порожние вагоны подаются на районную станцию предварительно со станций выгрузки. После уточнения заявки на начало каждой смены вагоны со станции следуют под погрузку. После погрузки производится документальное оформление металла и подвижного состава, а затем вагоны объединяют в сдачи и передают на станцию примыкания для формирования поездов и сдачи их на внешнюю сеть. Графическая модель погрузки в прокатных цехах и отправки на внешнюю сеть представлена на рис.3.

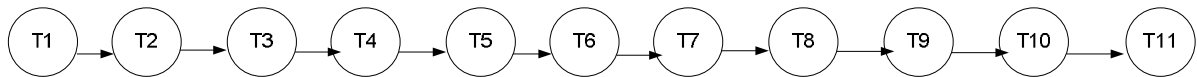


Рис. 3 – Графическая модель процесса подачи, погрузки в прокатные цеха и отправки вагонов на внешнюю сеть: T_1 – время обработки состава по прибытии, мин; T_2 – время ожидания подачи вагонов на грузовые фронта, мин; T_3 – время подачи вагонов, мин; T_4 – время на расстановку вагонов на грузовые фронта, мин; T_5 – время на выполнение грузовых операций в цехе, мин; T_6 – время на ожидание уборки вагонов с грузовых фронтов, мин; T_7 – время уборки вагонов, мин; T_8 – время накопления вагонов на путях приемоотправочного парка, мин; T_9 – время ожидания локомотива, мин; T_{10} – время обработки состава в парке отправления, мин; T_{11} – время ожидания отправления поезда, мин

Следовательно, общее время пребывания вагонов на станции, осуществляющей погрузку продукции $T_{с-п}$, складывается из продолжительности выполнения следующих операций:

$$T_{с-п} = T_{п} + T_{пор.} + T_{уб}, \text{ час.} \tag{2}$$

- где $T_{с-п}$ – продолжительность нахождения подвижного состава на станции, обслуживающей прокатный цех, которая включает операции подачи, уборки, ожидания постановки и отправки вагонов со станции, час.;
- $T_{п}$ – время нахождения вагонов на станции от прибытия до момента подачи на грузовые фронты, час.;
- $T_{пор.}$ – время пребывания вагонов в цехе под погрузкой, час.;
- $T_{уб.}$ – время нахождения груженых вагонов на станции после уборки с фронтов погрузки до отправления, час.

На основе проведенных исследований транспортно-грузового процесса рассматриваемых прокатных цехов с целью определения фактической продолжительности пребывания вагонов на станции ($T_{с-п}$), а также продолжительности операций по прибытию, погрузке и отправлению ($T_{п}$, $T_{пор.}$, $T_{отп}$), был получен большой массив статистических данных (более 500 случаев), позволяющих оценить время дополнительного простоя подвижного состава на грузовых фронтах цехов. Простой вагонов внешнего парка и местного парка определяются от момента прибытия их на станцию до их отправления. Статистические характеристики этих показателей определены на основе математической обработки данных в табличном процессоре MS Excel.

Проведённые исследования позволили установить следующее (табл.): общее средневзвешенное время простоя вагонов на станции погрузки в ЛПЦ-1700 – 18,52 часа (что составляет 100% от общего времени пребывания вагонов на станции).

Таблица

Время простоя вагонов в прокатных цехах

№ п/п	Наименование операций		Цех ЦХП	Цех ЛПЦ-1700
1	Время нахождения вагонов от прибытия на станцию до подачи под погрузку, час	min	0,3	0,10
		средневзв	3,4	6,0
		max	24,3	43,15
2	Время нахождения вагонов под грузовыми операциями, час	min	4,2	3,8
		средневзв	11,52	6,22
		max	28,3	17,3
3	Время нахождения вагонов после грузовых операций до момента убытия со станции, час	min	6,0	0,5
		средневзв	14,35	6,3
		max	25,10	30,30
4	Общее время нахождения вагонов на станции, час	min	6,3	4,08
		средневзв	30,07	18,52
		max	77,7	90,75
5	Принятый норматив нахождения вагонов на станции, час	Общее	11,4	8,5
		Под транспортными операциями	7,2	4,8
		Под грузовыми операциями	4,2	3,7

Для выявления наибольших простоев общее время пребывания вагонов на станции было разбито на время, затрачиваемое на выполнение транспортных и грузовых операций. При нормативе нахождения вагона на станции под грузовыми операциями (3,7 вагоно-часа) наибольшее количество простоев на станции под грузовыми операциями составляет по продолжительности 6,22 вагоно-часа (33,5% от общего числа вагонов).

При нормативе нахождения вагона на станции под транспортными операциями (норма 4,7 вагоно-часа) наибольшее количество простоев на станции под транспортными операциями составляет по продолжительности 12,3 вагоно-часа (66% от общего числа вагонов).

Общее средневзвешенное время простоя вагонов на станции погрузки в ЦХП составляет 30,07 часа (более 100% от общего времени нахождения вагонов на станции).

Для выявления наибольших простоев общее время пребывания вагонов на станции было разбито на время, затрачиваемое под транспортными и грузовыми операциями.

При нормативе нахождения вагона на станции под грузовыми операциями (4,2 вагоно-часа) наибольшее количество простоев на станции под грузовыми операциями составляет по продолжительности 11,2 вагоно-часа (37,2% от общего числа вагонов).

При нормативе нахождения вагона на станции под транспортными операциями (7,2 вагоно-часа) наибольшее количество простоев на станции под транспортными операциями составляет по продолжительности 17,75 вагоно-часа (62,8% от общего числа вагонов).

Результаты проведенного анализа показали, что фактическая продолжительность всего комплекса операций, связанных с подготовкой и отгрузкой металлопродукции, составляет в среднем для ЦХП ($T_{п} = 30,07$ вагоно-часа) и ЛПЦ-1700 ($T_{п} = 18,52$ вагоно-часа), что превышает нормативы производственно-транспортного процесса и продолжительность смены в 2,72 раза и 2,17 раз, соответственно.

Также на основе анализа обработанных данных были выявлены основные причины, влияющие на простои вагонов на станции:

- простой вагонов непосредственно в цехе и на станции цеха в ожидании догрузки;
- нарушение технических условий погрузки груза из-за необходимости сокращения про-

должительности погрузки груза и др., с чем вагоны возвращаются в цех для их устранения;

- погрузка вагонов осуществлена с неправильно оформленными перевозочными документами;

- груз погружен в неподготовленные вагоны и производится его перегрузка;
- ожидание подачи на фронта погрузки-выгрузки из-за отсутствия локомотива.

Полученные результаты служат основой для дальнейших исследований по совершенствованию работы РС и транспортно-грузовых комплексов прокатных цехов.

Выводы

1. Анализ работы РС металлургического предприятия напрямую зависит от слаженного взаимодействия транспортного и грузового комплексов, что существенно влияет на процесс переработки вагонопотока, обрабатываемого на станции. Определены основные факторы, влияющие на работу этих комплексов.

2. Проведён анализ работы транспортного и грузового комплексов. Установлено также, что в процессе переработки вагонопотока рассогласование работы данных комплексов усугубляется неравномерностью прибытия и отправления поездов. Данное положение служит причиной увеличения простоев вагонов на станции в ожидании выполнения грузовых и транспортных операций.

3. На основе статистической обработки данных установлено, что наибольшее количество простоев возникает на станции при выполнении транспортных операций и в количественном выражении составляет для ЛПЦ-1700 – 18,52 вагоно-часа, а также для ЦХП – 30,07 вагоно-часа соответственно.

4. Полученные результаты являются основой для функционального анализа транспортных операций РС с целью принятия адаптационных решений в работе транспортно-грузовых комплексов прокатных цехов.

Список использованных источников:

1. Парунакян В.Э. Моделирование процесса переработки вагонопотока грузовой станции с учётом воздействия динамических факторов / В.Э. Парунакян, В.А. Бойко // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2011. – № 12 (166), Ч. 1. – С. 174-185.
2. Бородин А.Ф. Эффективно использовать станционные мощности / А.В. Бородин // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 9. – С. 41-49.
3. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учебник для вузов / П.С. Грунтов [и др.]. – М. : Транспорт, 1994 – 543 с.
4. Михайлов В.С. Теория управления / В.С. Михайлов. – К. : Вища школа, 1988. – 312 с.

Bibliography:

1. Parunakjan V.E. Modeling of processing of freight cars traffic at freight railway station taking into account influence of dynamic factors / V.E. Parunakjan, V.A. Boyko // Visnyk SNU im. Dalya. – 2011. – № 12 (166), Part 1. – P. 174-185. (Rus.)
2. Borodin A.F. To use freight railway station capacity efficiently / A.V. Borodin // Zheleznodorozhnyi transport. – 2006. – № 9. – P. 41-49. (Rus.)
3. Management of operation and quality at railway transport: high school course / P.S. Gruntov [et al.]. – M. : Transport, 1994. – 543 p. (Rus.)
4. Mikhailov V.S. Theory of management / V.S. Mikhailov. – K. : Vyshcha shkola, 1988. – 312 p. (Rus.)

Рецензент: В.Э. Парунакян
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛГТУ»

Статья поступила 19.11.2015