

УДК 656.212

**А. В. Сугоровский**

Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## **РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВАГОНПОТОКОМ**

Дата поступления 19.06.2015

Решение о публикации 03.07.2015

Дата публикации 24.12.2015

**Аннотация:** Рассмотрены диспетчерские приёмы внутристанционной регулировки. Созданы специальные методики и комплексы аналитических выражений, с применением которых выполнены расчёты по определению эксплуатационной и экономической целесообразности и эффективности оперативного применения различных вариантов работы с поездами с угловым вагонопоток в зависимости от количества вагонов в составе, доли вагонов углового потока и вида тяги; использования путей станционных парков не по прямому назначению (не по специализации); регулирования (чередования) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учётом положения в её парках и ряда других приёмов и методов оперативного диспетчерского регулирования.

**Ключевые слова:** диспетчерское управление, регулировочные приёмы, внутристанционная регулировка, угловой вагонопоток, экономическая эффективность.

**A. V. Sugorovskiy**

Petersburg State Transport University Emperor Alexander I

## **DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY TO IMPROVE THE MANAGEMENT OF TRAFFIC VOLUMES**

**Abstract:** Article is devoted to reconstruction of station of Oktyabrskaya Railway in the Kingisepp region of the Leningrad region – Veymarn taking into account increase in a cargo stream at stations of Ust-Luzhsky knot.

Calculations of necessary quantity of ways at station are for this purpose executed. The executed calculations testify that it is necessary to add to the existing ways of station four new the priyomootpravochnykh of a way.

Data on a hardware of the stages adjoining station are accepted on the basis of TRA of station and technological process.

Two options of reconstruction of station are developed. Both in the first and in the second option the existing ways are extended.

In the first option parallel to the existing ways four new ways with a useful length not less than 1050 m, keep within in the same place where the cargo platform is located. For this

purpose transfer of a high cargo platform 114 m long and 9 m wide will be required. At realization of this option additional allocation of land will be required.

In the second option parallel to the existing ways four new ways with a useful length not less than 1050 m, keep within in the same place where the passenger building is located. Their laying will require transfer of 2 high passenger platforms 4 and 4,5 meters wide, demolition of the outdated passenger building and construction of the new, modern passenger building, and also transfer of ways of locomotive economy. At realization of this option additional allocation of land will also be required.

Large-scale schemes of station, are executed in the graphic AutoCAD editor according to requirements to projects of railway stations and knots. Comparison of options is executed on the comparable, differing capital investments and operational costs. The cost of reconstruction of station in the current prices of 2015 makes about 500 million rubles.

**Keywords:** reconstruction of station, Ust-Luga port, Veymarn.

## Введение

В многолетней практике диспетчерского регулирования на сети дорог оперативно применялись различные методы и приёмы для повышения эффективности работы сортировочных станций:

- регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках;

- приём поездов в неспециализированные парки с организацией обработки (или переработки) на их путях или с последующей перестановкой составов на пути специализированных парков;

- перераспределение сортировочной работы между взаимосвязанными техническими станциями;

- регулирование выпуска поездов из узла (с технической станции) с учетом оперативной обстановки в соседних узлах;

- оперативный пропуск транзитных поездов без обработки через отдельные перегруженные технические станции;

- перенос сортировочной работы по формированию (расформированию) части поездов на промежуточные станции, ближайшие к технической;

- сгущение погрузки на участке или в узле на основе календарного планирования по направлениям и по назначениям плана формирования прилегающих станций формирования поездов.

В последние годы на станции Санкт-Петербург Сортировочный Московский (далее ПСМ), в усложненных ситуациях активно используются следующие методы:

- чередование приёма поездов в зависимости от количества вагонов в поездах по назначениям плана формирования;

- рационализация работы с угловым вагонопотоком;
- использование путей парков не по прямому назначению (не по специализации);
- регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках;
- освобождение сортировочной горки от переработки групп местных вагонов, вагонов из ремонта и других вагонов повторной переработки, и преимущественный роспуск составов прибывающих поездов;
- освобождение горочных локомотивов от выполнения операций по осаживанию вагонов за счет максимального использования локомотивов, работающих на вытяжных путях, для подтягивания вагонов;
- заблаговременная подготовка путей сортировочного парка (ликвидация «окон» между отцепами, перестановка местных вагонов, неисправных);
- организация ускоренной обработки составов в парке приёма работниками ПТО и ПКО;
- быстрее освобождение путей для приёма поездов за счет соединения на одном пути коротких составов или групп вагонов, отцепленных от транзитных поездов;
- отправление местных вагонов на промежуточные станции прицепными группами к участковым и сквозным поездам и другие.

### **Рационализация работы с угловым вагонопотоком**

Станция ПСМ является основной, внеклассной сортировочной станцией Санкт-Петербургского железнодорожного узла, представляет собой двустороннюю станцию с последовательным расположением парков прибытия, сортировочной горки, сортировочного парка и парка отправления в каждой системе.

Сортировочные системы расположены параллельно друг другу. Нечётная система работает с вагонопотоками, поступающими со станций Санкт-Петербургского узла, со стороны Выборга и Кузнечного, а также с железных дорог Финляндии, Эстонии, Латвии, Литвы и Беларуси. Чётная система работает с вагонопотоком, поступающим со стороны Мги (Сонково, Будогощь, Кириши, Волховстрой, Петрозаводск, Бабаево) и Москвы (Бологое, Малая Вишера, Чудово, Новгород, Колпино).

На станции значительная доля от общего вагонопотока приходится на угловой поток, поэтому выбор варианта работы с ним является важной составляющей комплекса оперативных мер, способствующих повышению уровня использования перерабатывающей способности и ритмичности работы станции.

Маршрут перестановки вагонов углового потока из нечётной системы в чётную показан на схеме станции (рис.1).

По 1-му варианту состав поезда с угловым потоком из парка прибытия ПП-1 нечётной системы расформируют на крайние пути парка СП-3. После накопления угловой передачи и взаимного согласования времени и порядка её пропуска дежурными парка отправления ПО-5, парка прибытия ПП-2 и парка СП-3, производится перестановка вагонов углового потока маневровым локомотивом с 25-го пути парка СП-3 нечётной системы в парк ПП-2 чётной, без сопровождения составителем поездов, по команде дежурного парка СП-3, переданной машинисту по маневровой радиосвязи, на повторную переработку на горке чётной системы.

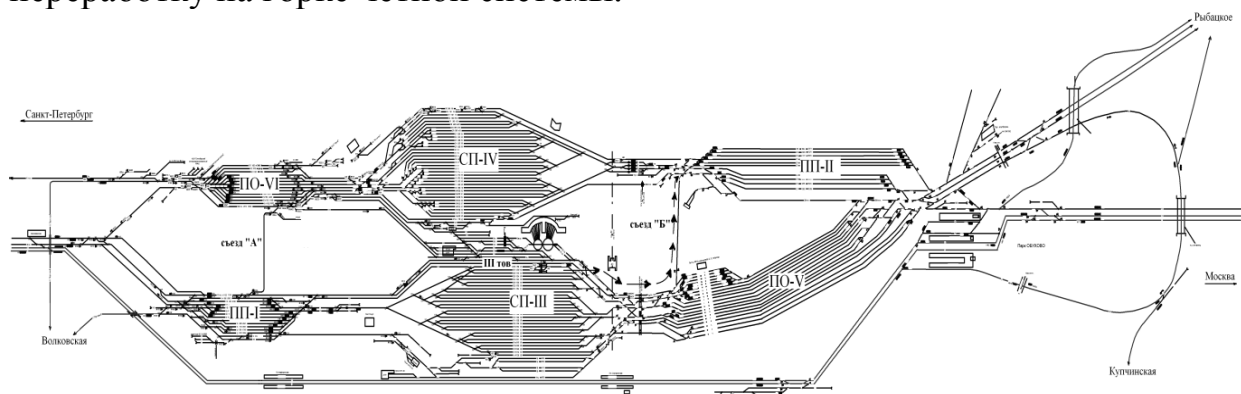


Рис.1. Схема станции ПСМ

→ - - маршрут перестановки вагонов углового потока

По 2-му варианту, при наличии в поезде, прибывающем в парк ПП-1 нечётной системы, более половины вагонов углового потока, маневровый диспетчер нечётной системы, после согласования с диспетчером чётной системы, даёт указание дежурным парков ПП-1 и ПО-5 о пропуске поезда по III товарному пути сразу в парк приёма ПП-2 чётной системы станции.

Рассмотрим, как при этих вариантах работы с вагонами углового потока будут изменяться эксплуатационные расходы.

Эксплуатационные расходы на обработку состава по различающимся параметрам при работе с угловым вагонопотоком по 1-му варианту включают в себя: затраты на расформирование всего состава; затраты на перестановку вагонов углового потока; затраты на повторную переработку вагонов углового потока. По 2-му варианту – затраты на перемещение состава поездным локомотивом в другую систему; затраты на расформирование всего состава; затраты на перестановку вагонов углового потока; затраты на повторную переработку вагонов углового потока.

Сопоставлением эксплуатационных расходов по 1-му и 2-му вариантам установлено, при каких долях вагонов углового потока в составе будет целесообразно применять тот или иной вариант работы с

ним. При этом исследовано влияние вида тяги. Результаты расчётов при электрической и тепловозной тяге представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Эксплуатационные расходы при различных вариантах работы с угловым вагонопотоком при электрической тяге

% угл. потока	Эксплуатационные расходы, руб.		Сравнение затрат, руб.
	1-й вариант	2-й вариант	
0	785,85	5825,3	-5039,45
2	876,85	5734,3	-4857,45
4	967,85	5643,3	-4675,45
54	3242,85	3368,3	-125,45
56	3333,85	3277,3	56,55
58	3424,85	3186,3	238,55
96	5153,85	1457,3	3696,55
98	5244,85	1366,3	3878,55
100	5335,85	1275,3	4060,55

Таблица 2

Эксплуатационные расходы при различных вариантах работы с угловым вагонопотоком при тепловозной тяге

% угл. потока	Эксплуатационные расходы, руб.		Сравнение затрат, руб.
	1-й вариант	2-й вариант	
0	785,85	6234,8	-5448,95
2	876,85	6143,8	-5266,95
4	967,85	6052,8	-5084,95
58	3424,85	3595,8	-170,95
60	3515,85	3504,8	11,05
62	3606,85	3413,8	193,05
96	5153,85	1866,8	3287,05
98	5244,85	1775,8	3469,05
100	5335,85	1684,8	3651,05

На основе данных табл. 1 и табл. 2 построены графики, рис. 2 и 3.

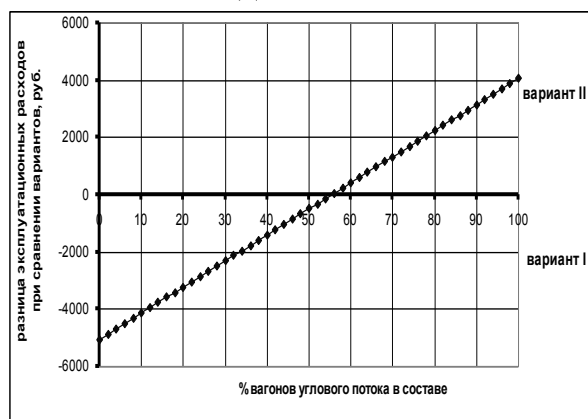


Рис. 2. Целесообразность применения различных вариантов работы с вагонами углового потока при электрической тяге

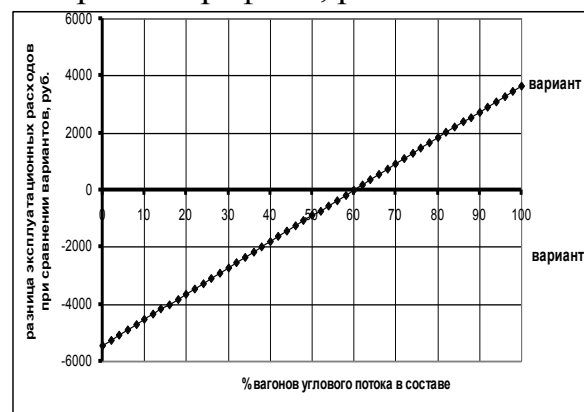


Рис. 3. Целесообразность применения различных вариантов работы с вагонами углового потока при тепловозной тяге

Из графика рис. 2 видно, что при 56% вагонов углового потока в составе поезда целесообразно будет применять II-й вариант обработки состава — нечётный поезд с угловым потоком принимать сразу в чётную систему станции.

Из графика рис. 3 видно, что при тепловозной тяге будет целесообразно применять II-й вариант, начиная с 60% вагонов углового потока в составе, — нечётный поезд с угловым потоком принимается сразу в чётную систему станции.

## Использование путей станционных парков не по прямому назначению (не по специализации)

В ходе исследований была детально проанализирована работа чётной системы станции ПСМ в течение месяца.

Установлено, что парки станции в значительной мере использовались для отстоя готовых составов. В этих условиях станция объективно не могла выполнить задаваемую техническую норму простоя составов в парке отправления. Из-за перегрузки парка отправления возникали задержки с выставлением сформированных составов с путей сортировочного парка. По этой причине ежедневно от 4 до 9 составов из парка отправления ПО-4 выставлялись на пути предгорочного парка приёма чётной системы ПП-2.

Фактическая загрузка чётной системы станции в один из дней представлена во фрагменте графической модели работы парков прибытия и отправления (рис. 4).

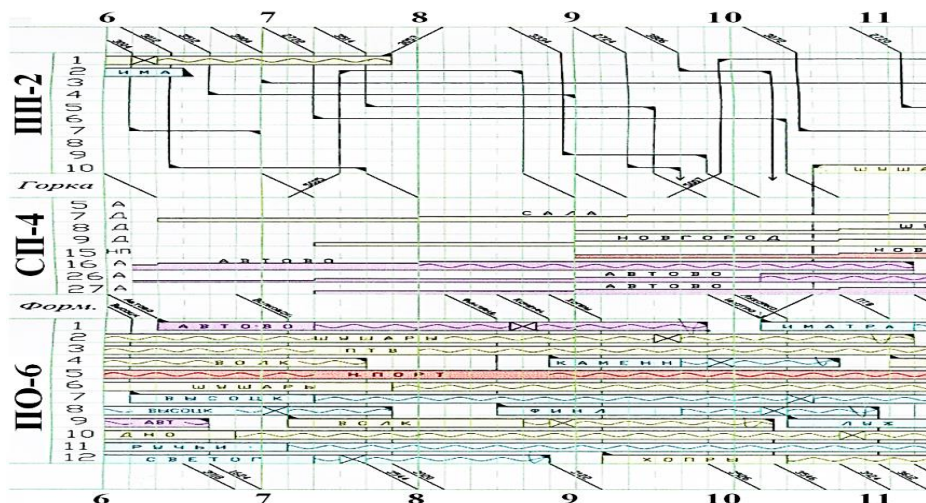


Рис. 4. Фрагмент графической модели работы парков прибытия и отправления

Этот приём позволяет сократить простой в ожидании расформирования и операций по отправлению готовых составов, а также восстановить нормальную работу сортировочной системы.

Проведено исследование технологии реализации данного приёма, разработана методика и выполнены расчеты по определению его эксплуатационной и экономической эффективности применительно к типовым схемам сортировочных станций. Для выполнения текущих расчётов использованы данные по станции ПСМ.

В результате исследований установлено, что при оперативном применении данного приема на двусторонней сортировочной станции с

последовательным расположением парков экономия эксплуатационных расходов превышает 15 тыс. руб. на один переставленный состав.

При этом восстанавливается нормальная работа сортировочной станции; уменьшается количество «брошенных» поездов на подходах к станции из-за неприёма, что в свою очередь ведёт к значительному сокращению расходов на «бросание» и «подъём» поездов.

### **Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках**

Для организации ритмичной работы диспетчерские смены станции во взаимодействии с ДЦУП организуют рациональное чередование подвода транзитных и разборочных поездов к станции в соответствии с ритмом работы сортировочных устройств и приёмо-отправочных парков. Благодаря этому повышается уровень беспрепятственного приёма поездов станцией.

Чтобы установить эффективность данного регулировочного воздействия в условиях станции ПСМ, с использованием имитационного моделирования проведены эксперименты при различном процентном соотношении транзитных поездов и поездов в переработку, прибывающих на станцию в течение расчётных суток.

Схематически регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках показан на рис. 5.

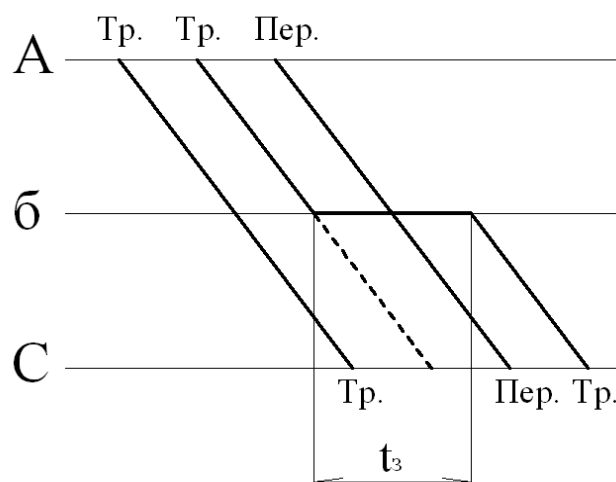


Рис. 5. Схематическое изображение приёма «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках»

На фрагменте графика движения поездов со станции А в сторону сортировочной станции С друг за другом следуют два транзитных поезда (Тр.) и один в переработку (Пер.) с межпоездным интервалом (в расчётах принят равным 10 мин). Для того чтобы к станции С поезда прибыли чередуясь, второй транзитный поезд поставлен под обгон поездом в переработку.

При имитационном моделировании учитывается неравномерность поступления на станцию поездов с линии. Для этого используются методы теории вероятностей.

В случае неиспользования диспетчерского приёма «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках» простои, возникающие в результате ожидания выполнения операций, значительно выше, чем с применением данного регулировочного воздействия.

В результате сравнения суммарных простоев в ожидании выполнения операций установлено, что наибольший эффект от применения приёма достигается при 50% грузовых поездов без переработки.

Также более выраженный эффект имеется и при 20% грузовых поездов без переработки.

На рис. 6 представлен фрагмент суточного плана-графика работы системы с применением диспетчерского приёма.

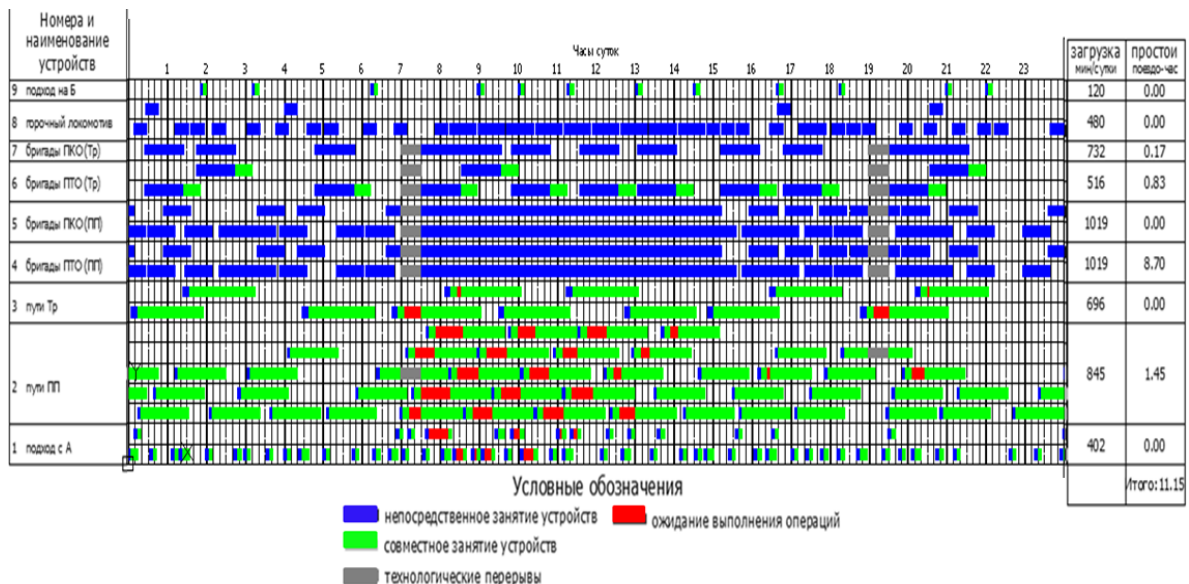


Рис. 6. Фрагмент суточного плана-графика работы сортировочной системы с использованием диспетчерского приёма



В ходе исследований проведены эксперименты с моделью, проанализирована эффективность применения регулировочного приёма в течение года ежедневно. Установлено, что в 98% случаев будет целесообразно использовать чередование подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции. На рис. 7 представлены графики, отображающие величину межоперационных простоев в течение одного месяца с применением и без применения диспетчерского приёма.



Рис. 7. Графики межоперационных простоев поездов в течение одного месяца

Из рис. 7 видно, что в 28-е сутки межоперационные простои без использования приёма несколько ниже, чем с его применением. Вызвано это увеличением простоев в ожидании приёма, при отсутствии свободных путей.

Выполнены расчёты по определению возможной экономии эксплуатационных расходов в результате применения данного диспетчерского приёма при электрической и тепловозной тяге.

В качестве примера приведены результаты расчёта экономии эксплуатационных расходов за счёт чередования подвода грузовых поездов при соотношении 20% транзитных поездов и 80% – в переработку:

14,7 тыс. руб. в сутки при электрической тяге;

13,5 тыс. руб. в сутки при тепловозной тяге.

В ходе исследования установлено, что применение диспетчерского приёма «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках» ведёт к существенному снижению межоперационных простоев,

экономии эксплуатационных расходов и более равномерной загрузке устройств сортировочной станции.

## **Заключение**

Создание информационных технологий и алгоритмов реализации прогрессивных методов и приёмов диспетчерской регулировки на сортировочных станциях, механизмов поддержки принятия экономически обоснованных оперативных решений по их применению будут способствовать повышению уровня организации движения поездов по графиковым расписаниям на железных дорогах страны.

## **Библиографический список**

1. Сугоровский А. В. Обоснование целесообразности применения методов и приёмов организации работы с вагонопотоком на сортировочной станции // Известия Петербургского университета путей сообщения – 2013 – № 2 (35) – С. 74–81.
2. Схема сортировочной станции и проект сортировочной горки / В. В. Костенко, К. И. Максимов, А. В. Сугоровский, Н. В. Ершиков. // Учебное пособие – СПб: ПГУПС, 2013. – 54 с.
3. Имитационное моделирование оперативного регулирования на сортировочной станции / Г. М. Грошев, А. В. Сугоровский. // Вестник транспорта Поволжья. – 2013. – № 6 (42) – С. 10–15.
4. Сугоровский А. В. Подготовка исходных данных для ввода в имитационную модель функционирования пассажирской технической станции // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – № 1 – С. 11–21.
5. Железнодорожные станции и узлы. Дополнительные разделы / Ефименко Ю. И., Логинов С. И., Рыбин П. К. и др. – СПб, 2014 – 144 с.
6. Сугоровский А. В. Методы рационализации работы с вагонопотоком на сортировочной станции // Вестник транспорта Поволжья. – 2013. – №3 (39) – С. 44–53.
7. Multimodal network design and assessment / Brands T. // 11th TRAIL Congress research, November 2010. – pp. 1–5.
8. The Rail and Road Freight Transport in the Co-Modality Approach / A. Campagna // Proceedings of the Workshop on Multimodal Transport and ICT: Result and Recommendations // INTERREG IIC Project Port-Net. – 2006. – p.78–86.
9. Verteilte Ansatz zur Lösung zeitabhängige Probleme der multimodalen Verkehrsnetze / C. Galvez-Fernandez, D. Khadraoui, H. Ayed, Z. Habbas, E.

Alba // Fortschritte in Operations Research, Hindawi Publishing Corporation. - 2009 - 15 p.

10. Логинов С. И., Ефанов А. Н., Ефименко Ю. И., Гарбузова З. Н. Определение эксплуатационных расходов по укрупнённым расходным ставкам при сравнении вариантов развития железнодорожных станций и узлов: метод. указ.– СПб.: ПГУПС, 2009. – 19 с.

## References

1. Sugorovsky An. V. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya - Proceedings Petersburg Transport University*, 2013, vol. 2 (35), pp. 74-81.

2. Kostenko V. V., Maksimov K. I., Sugorovsky A. V., Brush N. V. *Skhema sortirovochnoj stancii i proekt sortirovochnoj gorki* [Driving yard and the project hump]. St. Petersburg, 2013. 54 p.

3. Groshev G. M., Sugorovsky A. V. *Vestnik transporta Povolzh'ya - Bulletin of the Volga region*, 2013, vol. 6 (42), pp. 10-15.

4. Sugorovsky A. V. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya - Proceedings Petersburg Transport University*, 2010, vol. 1, pp. 11-21.

5. Efimenko Y. I., Loginov S. I., Rybin P. K., Gunmen M. V., Sugorovsky A. V. *ZHeleznodorozhnye stancii i uzly. Dopolnitel'nye razdely* [Railway stations and junctions. Additional sections]. St. Petersburg, 2014. 144 p.

6. Sugorovsky A.V. *Vestnik transporta Povolzh'ya - Bulletin of the Volga region*, 2013, vol. №3 (39), pp. 44-53.

7. Brands T. Multimodal network design and assessment *11th TRAIL Congress research*. 2010, pp. 1-5.

8. Campagna A. The Rail and Road Freight Transport in the Co-Modality Approach *Proceedings of the Workshop on Multimodal Transport and ICT: Result and Recommendations*. INTERREG IIIC Project Port-Net, 2006, pp.78-86.

9. Galvez-Fernandez C., Khadraoui D., Ayed H., Habbas Z., Alba E. *Verteilte Ansatz zur Lösung zeitabhängige Probleme der multimodalen Verkehrsnetze* [Distributed Approach for Solving Time-Dependent Problems in Multimodal Transport Networks]. *Advances in Operations Research*, Hindawi Publishing Corporation, 2009. 15 p.

10. Loginov S. I., Efanov A. N., Efimenko Yu. I., Garbuzova Z. N. *Opredelenie ehkspluatacionnyh raskhodov po ukрупnyonnym raskhodnym*

*stavkam pri sravnenii variantov razvitiya zheleznodorozhnyh stancij i uzlov: metodicheskoe ukazanie* [Determination of operating costs by bigger expenditure rates in the comparison options for the development of railway stations and junctions: methodical instructions]. St. Petersburg, 2009. 19 p.

**Сведения об авторе:**

СУГОРОВСКИЙ Антон Васильевич, кандидат технических наук, ассистент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I  
E-mail: gthdsq555@yandex.ru

**Information about author:**

SUGOROVSKIY Anton V., Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Department "Management of operational work" the Petersburg State Transport University.  
E-mail: gthdsq555@yandex.ru