

УДК 656.222.4(477.74)

Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ^{1*}, В. В. МАЛАШКИН^{2*}

^{1*} Каф. «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, эл. почта niber07@mail.ru, ORCID 0000-0001-6774-6737

^{2*} Каф. «Станции и узлы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 371-51-03, эл. почта malaxa79@mail.ru, .ORCID 0000-0002-5650-1571

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ОЧЕРЕДНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСИЛЕНИЮ УЧАСТКА ЧЕРНОМОРСКАЯ – БЕРЕГОВАЯ

Перерабатывающая способность морских портов Украины, как известно, превышает перерабатывающую и пропускную способность железнодорожных участков, обслуживающих порты. В то же время Кабинет Министров Украины в июле 2013 года утвердил Стратегию развития морских портов Украины до 2038 года, предусматривающую увеличение ежегодной переработки грузов до 210 млн. т с созданием мощностей для их переработки не менее 250 млн. т грузов в год и повышением до 80 % эффективности использования перегрузочных комплексов морских портов.

Падение объема транзита грузов по территории Украины в связи с потерей российских грузов, которые переориентируются на порты стран Балтии и из-за обострения конфликта на Донбассе привело к усилению конкуренции между морскими портами Украины за привлечение грузов.

В последнее время наметились тенденции к инвестированию в развитие объектов Укрзализныци со стороны негосударственных структур, например финансирование холдингом «Портинвест» проекта развития станции Береговая; строительство второго главного пути на перегоне Черноморская - Береговая портом ООО «Трансинвестсервис».

Целью исследования, результаты которого приведены в статье является определение этапности и очередности мероприятий по техническому усилению участка Черноморская – Береговая для увеличения ее пропускной способности и определения объема капитальных инвестиций.

Для вариантов технического усиления участка Черноморская - Береговая были построены графики движения, схема прокладки поездов в которых позволяет реализовать максимальную пропускную способность участка.

По построенным графикам рассчитаны основные их показатели: суммарная пропускная способность, скорости движения поездов по участку (ходовая, техническая и участковая) и их коэффициенты.

Для учета большего количества факторов при выборе наиболее целесообразного варианта технического усиления участка Черноморская - Береговая проанализированы количество остановок поездов и условия работы станций Черноморская, Химическая и Береговая. Условия работы станций оцениваются с точки зрения равномерности прибытия и отправления поездов на эти станции.

По результатам анализа выбран лучший вариант и этапность технического усиления участка Черноморская – Береговая.

Ключевые слова: график движения поездов, пропускная способность, скорость движения поездов, техническое усиление участка, условия работы станций.

Введение

Кабинет Министров Украины в июле 2013 года утвердил Стратегию развития морских портов Украины до 2038 г. [1]. Стратегия впервые вводит планирование развития отрасли согласно мировым стандартам – на краткосрочную (до 5 лет), среднесрочную (до 10 лет) и долгосрочную (до 25 лет) перспективу.

Стратегией, в частности, предусматривается увеличение ежегодной переработки грузов до 210 млн. т с созданием мощностей для их пере-

работки не менее 250 млн. т грузов в год и повышением до 80 % эффективности использования перегрузочных комплексов морских портов. Кроме того, предусматривается гарантирование равного доступа к услугам, оказываемым в морских портах, безопасности мореплавания и хозяйственной деятельности в портах, а также гарантирование соблюдения экологической безопасности в соответствии с международными стандартами.

Следует отметить тот факт, что данным документом предполагается привлечение инве-

стиций в размере 3,2 млрд. долларов США для развития объектов портовой инфраструктуры.

Однако перспективы являются далеко не оптимистичными.

Часть транзита в общем объеме переработки грузов в морских портах еще 8-10 лет назад составляла 50 %. За десять месяцев 2015 г. перевалка транзитных грузов в украинских портах составила менее 15 млн. т (около 13 % от общего объема переработки), продемонстрировав к 2014 г. падение на 17,5 %.

Одной из причин этого является потеря российских грузов вследствие их переориентации на страны Балтии, другой – обострение конфликта на Донбассе, но это только продолжение тенденции, которая обозначилась еще несколько лет назад. Россия утвердила стратегию развития портов до 2030 г., согласно которой российские грузы должны идти через российские же порты, а порты иностранных государств должны служить своеобразным буфером для сглаживания неравномерности перевозок.

Это, в свою очередь привело к ужесточению конкуренции за привлечение грузов между морскими портами Украины. По совокупности факторов (гарантированные глубины, стоимость перевалки и хранения грузов, суммарная перерабатывающая способность и проч.) наиболее привлекательными портами для перевалки грузов являются порты, расположенные в Малом Аджалыкском лимане.

Одним из факторов, сдерживающих увеличение перевалки грузов указанных морских портов, является фактор недостаточности пропускной способности железнодорожной инфраструктуры, их обслуживающей. Причем это характерно и для других портов. Например, общая перерабатывающая способность Одесского морского порта на 65 % превышает перерабатывающую способность станции Одесса-порт, Ильичевского морского порта – на 63 % больше, чем станции Ильичевск и т.д.

Одними наиболее из проблемных участков, сдерживающих реализацию в полной мере перерабатывающей способности портов Малого Аджалыкского лимана, являются участки Помошная – Колосовка – Черноморская (пропускная способность 46 пар поездов ввиду наличия однопутных перегонов) и Черноморская – Береговая (пропускная способность составляет 44 пары поездов и практически исчерпана). Капитальные инвестиции в развитие данных участков для Одесской железной дороги и Укрзалізнички в целом неподъемны.

Постановка задачи исследования

В последнее время наметились тенденции к инвестированию в развитие объектов Укрзалізнички со стороны негосударственных структур. В качестве примера можно привести финансирование проекта развития станции Береговая, которая обслуживает порт «Южный», холдингом «Портинвест»; строительство второго главного пути на участке станция 18 км – путевой пост 24 км перегона Черноморская – Береговая портом ООО «Трансинвестсервис».

Участок Черноморская – Береговая является однопутным с двухпутными вставками и обслуживает порты, расположенные в Малом Аджалыкском лимане – порт «Трансинвестсервис», порт «Южный», причалы Одесского припортового завода и некоторые другие.

Целью исследования является определение этапности и очередности мероприятий по техническому усилению данного участка для определения объема капитальных инвестиций, источниками которых могут быть и негосударственные организации. В этой связи, основными задачами исследования, результаты которых приведены в статье, являются:

- определение максимальной пропускной способности однопутного участка между станциями Черноморская и Береговая Одесской для различных вариантов его технического усиления;

- определение показателей графиков движения поездов по каждому из рассмотренных вариантов и сравнительный анализ показателей графиков;

- предварительная экспертная оценка целесообразности и очередности реализации технических мероприятий по усилению участка между станциями Черноморская и Береговая.

Основным методом исследования является графоаналитический метод [2-6], предусматривающий построение и анализ графиков движения поездов при условии, что станции участка имеют достаточное техническое оснащение:

Построение графиков движения поездов на участке

В качестве исходных данных при построении графиков были использованы:

- техническая характеристика существующего участка;

- основные параметры действующего на данном участке графика движения поездов.

При этом были приняты следующие ограничения:

- обеспечение прокладывания максимально возможного количества поездов на участке станция Черноморская – станция Химическая;
- количество пар поездов на участке станция Черноморская – станция Береговая не менее 14;
- взаимозаменяемость ниток графика движения поездов на станцию Промышленная и на станции Береговая и Химическая ввиду незна-

чительного количества поездов на станцию Промышленная;

- значения станционных и межпоездных интервалов соответствуют требованиям «Інструкції з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів Укрзалізниці» [7].

Схема рассматриваемого участка приведена на рис. 1.

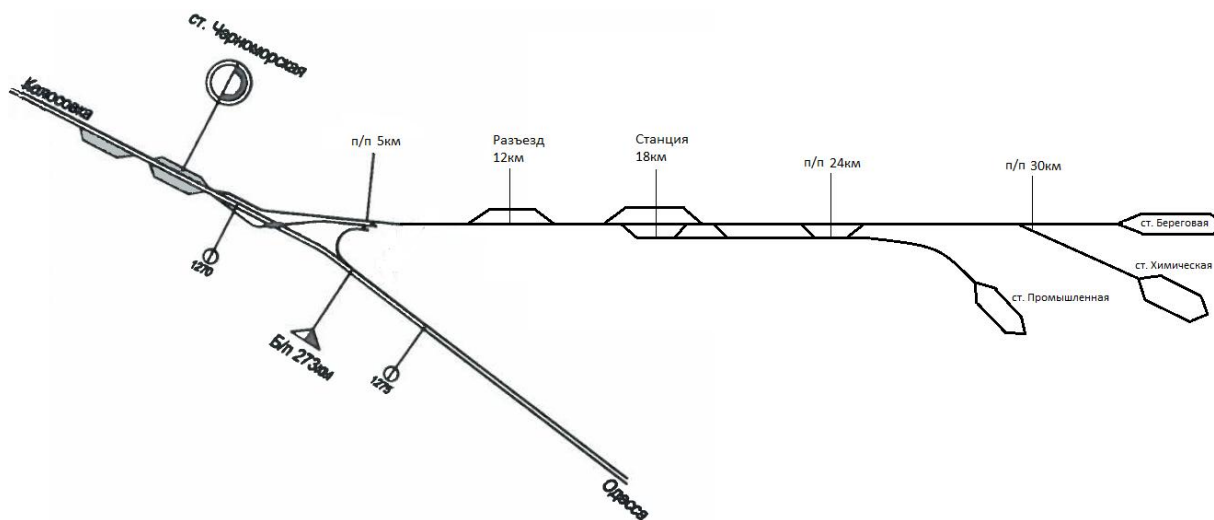


Рис. 1. Схема железнодорожного участка, обслуживающего морские порты

Графики движения поездов построены для девяти вариантов технического усиления участка Черноморская – Береговая, предусматривающих строительство вторых главных путей на перегонах: путевой пост 5 км – разъезд 12 км; разъезд 12 км – станция 18 км; путевой пост 24 км – путевой пост 27 км; путевой пост 24 км – путевой пост 27 км; разъезда 30 км с двумя приемоотправочными путями. Варианты предусматривают как строительство вторых главных путей на отдельных перегонах, так и их сочетание.

Основной сложностью при построении графиков движения поездов является необходимость определения влияния на пропускную способность ограничивающего перегона других однопутных перегонов участка [8]. Формализация этого влияния позволяет выбрать такую схему прокладки поездов и тип графика движения (пакетный, частично пакетный графики), которые позволяют реализовать максимальную пропускную способность участка. В качестве примера на рис. 2 приведены фрагменты графиков движения поездов в вариантах 1 и 4. При этом вариант 1 предусматривает строительство второго главного пути на перегоне путевой пост 5 км – разъезд 12 км, а вариант 4 – строительство второго главного пути на перегоне

путевой пост 24 км – путевой пост 27 км и строительство разъезда 30 км с двумя приемоотправочными путями.

Определение показателей графика движения поездов по каждому из вариантов технического усиления участка

Основными показателями графика движения поездов, определяемыми для каждого из вариантов технического усиления участка, являются:

1. Общая пропускная способность с разделением количества поездов между станциями участка;
2. Вид параллельного графика движения поездов по каждому из примыканий и по общим частям участка – для трех примыканий и для двух примыканий.
3. Скорости движения поездов по участку (ходовая, техническая, участковая) и их коэффициенты.
4. Количество остановок поездов на графике и их характеристики, т.е. количество остановок четных и нечетных поездов, общая продолжительность поездов и удельное время на один останавливаемый поезд в четном и нечетном направлении и в целом по графику.

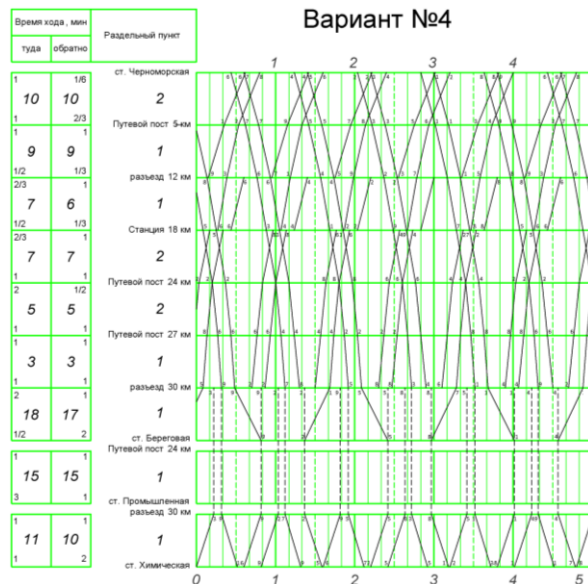
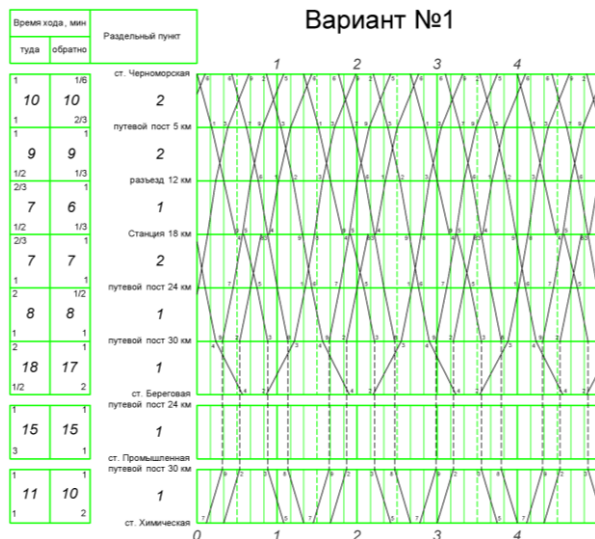


Рис. 2. Схемы прокладки поездов в вариантах 1 и 4 усиления технической оснащённости участка

5. Условия работы станций Черноморская, Химическая и Береговая. Условия оцениваются с точки зрения равномерности прибытия и отправления поездов на эти станции. При равномерном прибытии и отпуске поездов условия работы станции условно считаются отличными, в противном случае – тяжелыми.

6. Количество используемых раздельных пунктов и их приемоотправочных путей для остановки поездов.

Указанные показатели для каждого из вариантов графика движения поездов определяются по данным соответствующих графиков. Исключение составляют скорости движения поездов, рассчитываемые на основании времени движения поездов.

Суммарная пропускная способность участка $N_{\text{пс}}$ для рассмотренных вариантов колеблется в диапазоне от 51 до 57 пар поездов в сутки. Следует отметить, что в натуральном выражении при статической норме нагрузки вагона $p_{\text{ст}} = 65$ т и количестве вагонов в составе поезда 52 вагона одна пара поездов в сутки соответствует годовому грузопотоку более 1,2 млн. т.

При этом практически во всех вариантах за исключением первого варианта использованы парные пакетные и частично пакетные графики движения поездов с двумя и тремя поездами в пакете.

Ходовая скорость движения поездов изменяется незначительно в пределах от 34,9 до 35,3 км/ч. Такая же ситуация и с технической скоростью движения поездов – минимальное

значение 33,5, максимальное 34,5 км/ч.

Участковая скорость изменяется в более широких пределах от 26,5 до 32,7 км/ч. На это влияет количество остановок поездов на раздельных пунктах для скрещения. При этом количество путей, используемых для остановок поездов коррелирует с суммарной пропускной способностью участка.

Однако более значимыми показателями, влияющими на выбор наиболее предпочтительного варианта технического усиления участка, являются суммарная продолжительность простоев поездов на раздельных пунктах участка и условия работы станций Черноморская, Химическая и Береговая.

Минимальная продолжительность простоев поездов составляет 200 мин в первом варианте и 1 900 мин в девятом варианте. Анализ показал, что связь между данным показателем и пропускной способностью отсутствует.

Для анализа работы станций участка была введена условная градация их работы, зависящая от интервалов прибытия и отправления поездов на участок. Равномерные интервалы соответствуют отличным условиям работы. При уменьшении интервалов условия работы станций классифицируются как нормальные и удовлетворительные. При минимизации интервалов, как по прибытию, так и по отпуску условия работы классифицированы как тяжелые, а потребность при этом максимального количества приемоотправочных путей соответствует очень тяжелым условиям работы.

Выводы

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

Наиболее приемлемыми графиками движения поездов по вариантам технического усиления участка являются пакетные или частично пакетные графики с двумя и в нескольких случаях или фрагментарно с тремя поездами в пакете. Внедрение такого типа графиков движения потребует соответственного усиления технической оснащённости станций Черноморская и Химическая.

К организационным мероприятиям относится увеличение количества бригад ПТО и ПКО, а к техническим – строительство дополнительных приемоотправочных путей. Возможно также их сочетание на основании технико-экономического обоснования.

При необходимости увеличения общей пропускной способности участка наиболее эффективным и целесообразным является третий вариант, предусматривающий строительство второго главного пути на перегоне путевой пост 24 км – путевой пост 27 км. По общему экспертному мнению, данный вариант является наименее капиталоемким по сравнению с другими.

Строительство второго главного пути на перегоне путевой пост 28 км – станция Химическая, как следующий этап после описанного выше, позволит увеличить количество пар поездов, следующих и отправляющихся со станции Химическая до 56 пар поездов, что соответствует общей пропускной способности участка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року : Затв.: Розпорядження Кабміну України від 11.07.2013 р. № 548-р. – Київ : Кабмін України, 2013 р.

М. І. БЕРЕЗОВИЙ, В. В. МАЛАШКІН

ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ І ЧЕРГОВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОСИЛЕННЯ ДІЛЯНКИ ЧОРНОМОРСЬКА – БЕРЕГОВА

Переробна спроможність морських портів України, як відомо, перевищує переробну та пропускну спроможність залізничних дільниць, що їх обслуговують. У той же час Кабінет Міністрів України у липні 2013 року затвердив Стратегію розвитку морських портів України до 2038 року, що передбачає збільшення щорічної переробки вантажів до 210 млн. т із створенням потужностей для їх переробки не менше 250 млн. т вантажів на рік і підвищенням до 80 % ефективності використання перевантажувальних комплексів морських портів.

2. Козаченко, Д. Н. Комплексний аналіз залізничної інфраструктури металургічного комбінату на основі графоаналітичного моделювання / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. І. Березовий // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 4. – С. 55-60.

3. Козаченко, Д. Н. Математична модель для оцінки техніко-технологічних показників роботи залізничних станцій / Д. Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту. – 2013. – Вип. 3. – С. 22-28.

4. Верлан, А. І. Графоаналітична модель функціонування залізничних станцій / А. І. Верлан // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – Т. 6, № 3(72). – С. 21–26.

5. Giua, A. Modeling and supervisory control of railway networks using Petri nets / A. Giua, C. Seatzu // IEEE Trans. on Automation Science and Engineering. – 2008. – Vol. 5, № 3. – P. 431–445.

6. Milinkovic, S. A fuzzy Petri net model to estimate train delays / S. Milinkovic, M. Markovic, S. Veskovc, M. Ivic, N. Pavlovic // Simulation Modeling Practice and Theory. – 2013. – № 33. – P. 144–157.

7. Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів ЦД-0034 : – затв.: Наказ Укрзалізниця від 01.12.2000 р. № 542/Ц. – Київ : Транспорт України, 2001. – 149 с.

8. Березовий, Н. І. Теоретичні основи визначення пропускної спроможності однопутних ділянок / Н. І. Березовий, А. М. Шепета, В. В. Малашкін // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 8. – С. 13-19.

Стаття рекомендована к публікації д.т.н., проф. Ломотько Д. В. (Україна)

Поступила в редколлегию 20.11.2015.

Принята к печати 22.11.2015.

Падіння обсягу транзиту вантажів територією України у зв'язку з втратою російських вантажів, що переорієнтовуються на порти країн Балтії та через загострення конфлікту на Донбасі призвело до посилення конкуренції між морськими портами України за залучення вантажів.

Останнім часом намітилися тенденції до інвестування в розвиток об'єктів Укрзалізниці з боку недержавних структур, наприклад фінансування холдингом «Портінвест» проекту розвитку станції Берегова; будівництво другої головної колії частини перегону Чорноморська – Берегова портом ТОВ «Трансінвестсервіс».

Метою дослідження, результати якого наведені у статті є визначення етапності і черговості заходів щодо технічного посилення ділянки Чорноморська – Берегова для збільшення її пропускної спроможності і визначення обсягу капітальних інвестицій.

Для варіантів технічного посилення дільниці Чорноморська – Берегова були побудовані графіки руху, схема прокладки поїздів у яких дозволяє реалізувати максимальну пропускну спроможність дільниці.

За побудованими графіками розраховані основні їх показники: сумарну пропускну спроможність, швидкості руху поїздів по ділянці (ходову, технічну та дільничну) і їх коефіцієнти.

Для врахування більшої кількості факторів при виборі найбільш доцільного варіанту технічного посилення дільниці Чорноморська – Берегова проаналізовано кількість зупинок поїздів та умови роботи станцій Чорноморська, Хімічна і Берегова. Умови роботи станцій оцінюються з погляду рівномірності прибуття і відправлення поїздів на ці станції.

За результатами аналізу обрано найкращий варіант та етапність технічного посилення дільниці Чорноморська – Берегова.

Ключові слова: графік руху поїздів, пропускну спроможність, швидкість руху поїздів, технічне посилення дільниці, умови роботи станцій.

M. BEREZOVYI, V. MALASHKIN

AN ESTIMATION OF EXPEDIENCY AND SEQUENCE IMPLEMENTATION OF TECHNICAL MEASURES FOR STRENGTHENING AREA CHERNOMORSKA – BEREGOVA

The processing capacity of sea ports of Ukraine, as is well known, and exceeds the processing capacity of rail sites, serving the ports. At the same time, the Cabinet of Ministers of Ukraine in July 2013 approved a development Strategy for Ukrainian seaports until 2038, with an increase in annual cargo handling to 210 million tons with the creation of refining no less than 250 million tons of cargo per year and increase to 80% the efficiency of transshipment complexes of seaports.

The fall in the volume of cargo transit through the territory of Ukraine in connection with the loss of a Russian cargo rerouted to ports in the Baltic countries and because of the worsening of the conflict in the Donbas has led to increased competition between seaports of Ukraine for the procurement of goods.

In recent years there has been a tendency to invest in the development of Railways facilities by non-state actors, such as financing the holding company «Portinvest» development project of the station Beregova; the construction of second main track on the stretch of Chernomorska – Beregova port of LLC «Transinvestservis».

The aim of the study, the results of which are given in the article is to determine the phasing and prioritization of the technical reinforcement section of Chernomorska – Beregova to increase its capacity and determine the amount of capital investment.

Technical options to enhance the plot of Chernomorska – Beregova were built schedules, routing trains in which allows to realize the maximum throughput of the site.

Through a graph of calculated main indicators: the total bandwidth, the speed of trains on the plot (running, technical and local) and their coefficients.

For taking into account more factors when choosing the most appropriate options technical reinforcement section of Chernomorska – Beregova analyzed the number of stops of trains and conditions of operation of the stations Chernomorska, Khimichna and Beregova. Conditions of work stations are assessed from the viewpoint of the uniformity of the arrival and departure of trains at these stations.

According to the analysis selected the best option and phasing of technical reinforcement section of Chernomorska – Beregova.

Keywords: the train schedule, capacity, speed of trains, technical enhancement of the site, the conditions of work stations.