

## АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ УЧАСТКА

Рассматривается вопрос повышения эффективности вложения финансов в развитие железнодорожной инфраструктуры. Предложен новый подход к формированию оптимального перечня мероприятий для развития инфраструктуры и выбору технических параметров нового объекта с приведением алгоритма его реализации, испытанного на конкретном участке.

*Ключевые слова:* повышение эффективности развития инфраструктуры, расчет стоимости строительства, микро моделирование

EDN: VKDFXY



И.С. Абдуллаев



В.Г. Саргсян

Мировые тренды последних лет, а особенно последних месяцев 2022 г., связанные с санкционной политикой ряда стран в отношении Российской Федерации, уверенно демонстрируют курс на деглобализацию. Существующая сейчас глобальная экономика постепенно трансформируется в композицию отдельных макрорегионов, в которых будет высокий уровень развития технологий, достаточно ресурсов и мощностей, собственный потребительский рынок и система стимулирования внутреннего спроса.

Развитие инфраструктуры — один из основных факторов поддержания долгосрочного экономического роста любой страны и, тем более, в условиях развивающейся деглобализации.

Эксперты утверждают, что инвестирование в инфраструктуру является действенным, эффективным и надежным способом стимулирования разви-

тия российской экономики. Вложение инвестиций в транспортную инфраструктуру в краткосрочной перспективе создаст новые рабочие места, в среднесрочной перспективе — стимулирует экономический рост региона (территории), а в долгосрочной перспективе создаст такой эффект, при котором экономика будет демонстрировать уверенные показатели роста [2;3;5].

В непростых финансово-экономических условиях именно вложения в транспортную инфраструктуру помогут быстрее диверсифицировать внешнее влияние на экономику государства, а роль ОАО «РЖД» в решении этой задачи определяющая. Существенно меняются структуры и направления грузопотоков по всей сети железных дорог: активно развивается внутренний рынок и собственное производство, открываются новые промышленные предприятия и место-

**Абдуллаев Ильдар Салимович**, кандидат технических наук, заместитель начальника Управления комплексной экспертизы проектов ОАО «РЖД». Область научных интересов: поиск оптимального решения по развитию железнодорожной инфраструктуры и рациональной этапности его реализации, применение инновационных технологий на железнодорожном транспорте. Автор пяти научных работ.

**Саргсян Ваге Грачьяевич**, ведущий специалист Научно-технического комплекса цифрового моделирования им. В.И. Уманского АО «НИИАС». Область научных интересов: автоматизация перевозочного процесса, создание и применение имитационных моделей железнодорожных станций и участков.

рождения сырья, часть угольных потоков переориентирована с западного на восточное направление.

Все это приводит к необходимости быстрой адаптации к постоянно изменяющимся условиям, форсированию увеличения пропускной способности отдельных участков и направлений для пропуска дополнительного грузопотока, а также корректной и оперативной оценки экономической эффективности вложения денежных средств компании и государства в развитие инфраструктуры.

Поэтому создание автоматизированного инструмента для решения таких задач — это приоритетная задача для компании. Данный инструмент должен обеспечивать формирование минимально достаточного набора мероприятий для развития участка под целевые параметры прироста пропускной способности, производить его стоимостную оценку, а также определять оптимальные технические параметры каждого объекта на рассматриваемом участке.

В качестве исходных данных должны быть заданы критерии формирования тех или иных реконструктивных мероприятий, исходя из опыта реконструкции участков-аналогов предыдущих лет, а также удельные стоимостные показатели нового строительства или реконструкции. Все технические и технологические параметры участка (наличная пропускная способность, длина приемо-отправочных путей, скорости движения, уклоны и т.д.) должны автоматически загружаться из единой информационной базы (далее — Инфобазы). Инфобазы — это продукт, разработанный Управлением комплексной экспертизы проектов ОАО «РЖД» под руководством Абдуллаева И.С., концепция которого сводится к созданию единого информационного хранилища необходимых технических и технологических характеристик всех объектов участка для комплексного (полигонного) рассмотрения вопросов реконструкции и нового строительства с целью получения технологического эффекта.

Для разработки алгоритма расчета оптимального развития инфраструктуры и примера формирования исходных данных рассмотрим участок Улак — Комсомольск Дальневосточной железной дороги, так как он расположен в одной климатической зоне и топографических условиях, имеет единый технологический процесс и грузовую базу, а также планируется к развитию в третьем этапе реконструкции Восточного полигона до 2030 года. Кроме того, для формирования исходных данных по стоимостным параметрам уже есть объекты, получившие положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» (далее — ГГЭ), а для разработки критериев применения тех или иных мероприятий в зависимости от необходимого прироста пропускной способности можно воспользоваться

опытом работы компании при формировании второго этапа развития Восточного полигона до 2025 года на участке Лена — Тынды («западный БАМ»), во многом схожем по своим характеристикам с участком Улак — Комсомольск.

Для разработки критериев применения видов мероприятий в зависимости от требуемого прироста пропускной способности проанализирован опыт работы компании при формировании детального плана развития Восточного полигона до 2025 года (второй этап). Рассмотрено 129 объектов строительства на участке Лена — Ванино: 54 — двухпутные вставки, 28 — разъезды, 43 — вторые главные пути, 4 — технические станции. По результатам анализа можно сделать следующие выводы.

1. Применение двухпутных вставок и разъездов достаточно, если требуемый прирост пропускной способности не превышает 40%.

2. При длине перегона до 16 км для увеличения пропускной способности применялось строительство двухпутной вставки, свыше 16 км — строительство разъезда. Длина двухпутных вставок зависит от местных условий, но не менее 5 км (для унифицированного укрупненного расчета примем длину двухпутной вставки равной 5 км).

3. Строительство вторых главных путей целесообразно, если потребная пропускная способность превышает наличную на 40% и более [1].

4. Примыкание вторых главных путей и двухпутных вставок к отдельным пунктам сопровождалось строительством компенсационного приемо-отправочного пути длиной не менее 1050 м. Соответственно, в стоимости строительства вторых главных путей должно быть учтено компенсационное строительство.

5. На технических станциях (станциях смены локомотивных бригад) необходимость строительства трех дополнительных приемо-отправочных путей возникла при приросте транзитного поездопотока на 13–16 пар поездов.

Учитывая отсутствие достаточной базы для формирования статистики (всего четыре технические станции: Юктали, Таксимо, Тынды и Новая Чара), для расчетов примем данные табл. 1 «Определение количества приемо-отправочных путей на участковой станции» свода правил СП225.1326000.2014 [6].

При формировании алгоритма расчета оптимального развития инфраструктуры данные критерии должны быть учтены и заложены в код программы для проверки его работоспособности на участке Улак — Комсомольск. Однако, кроме развития станционной и перегонной инфраструктуры, существует еще ряд видов мероприятий, без которых перспективная перевозочная модель не может быть реализована. К ним

относятся, например, реконструкция домов отдыха локомотивных бригад и локомотивных депо, усиление устройств энергоснабжения, СЦБ и т.п. Оценка необходимости реализаций данных мероприятий и их потребного объема может быть произведена путем формирования аналогичных критериев (условий) исходя из уже сложившейся практики. Для проверки работоспособности предлагаемого алгоритма сопутствующими мероприятиями можно пренебречь.

Для определения удельной стоимости строительства 1 км пути, исходя из наличия объектов, прошедших ГГЭ, тополого-климатических и технико-технологических критериев, все направление Байкало-Амурской магистрали от Лены до Ванино можно условно поделить на 9 участков (рис. 1). Далее воспользуемся подходом, разработанным Управлением комплексной экспертизы проектов ОАО «РЖД».

1. Определим стоимость строительства 1 км объекта по сметным расчетам 92 объектов, получивших положительное заключение ГГЭ.

2. Рассчитаем удельную стоимость, исходя из строительной длины объекта или иного основного технико-экономического показателя протяженности линейного объекта строительства.

3. Осуществим условный перевод цен 2020–2021 года в текущий уровень цен методом индексации с применением коэффициента, получаемого как отношение индексов строительно-монтажных работ к ОСНБЖ-2001 по соответствующим периодам к индексу второго квартала 2022 года [4].

4. Распределим структуру затрат по видам мероприятий по 9 участкам.

Проведенные исследования и полученные результаты отражены на рис. 1 и могут быть заложены в алгоритм расчета оптимального развития инфраструктуры участка Улак – Комсомольск. Однако следует понимать, что это укрупненная принципиальная оценка, для формирования окончательной детализированной стоимости строительства потребуются проведение изысканий, графического моделирования и разработка проектно-сметной документации.

Заложив описанные выше технико-технологические и стоимостные критерии в качестве исходных данных, имея доступ к Инфобазе, задачу по созданию автоматизированного инструмента расчета оптимального развития инфраструктуры можно представить в виде алгоритма (блок-схемы), изображенного на рис. 2, с шагами реализации, описанными под ним.

Для проверки работоспособности данного алгоритма на выбранном участке Улак – Комсомольск была проделана следующая работа:

- рассматриваемый участок «зашифрован» в виде нормативно-справочной информации (НСИ) в качестве исходных данных;

- разработано программное обеспечение на языке Pascal, которое производит расчет участка в соответствии с предложенным алгоритмом (см. рис. 2);

- сформирована выходная форма для оценки результата, которая содержит мероприятия и соответствующие затраты в условных единицах по каждому объекту рассматриваемого участка;

- проведена проверка корректности полученных результатов путем аналитического сравнения с итогами развития участков-аналогов Восточного полигона (второй этап).

Применение алгоритма расчета оптимального развития инфраструктуры (см. рис. 2) на участке от Улака до Комсомольска (см. рис. 1) показало, что использование программного обеспечения в автоматизированном режиме без участия технолога на этапе формирования решения позволит найти оптимальный набор мероприятий, достаточный для освоения перспективных грузопотоков, с возможностью сравнения по стоимостным показателям, а также обеспечит рациональный подход к определению технических параметров вновь возводимых объектов.

В качестве дальнейшей перспективы развития алгоритма расчета оптимального развития инфраструктуры участка необходимо дорабатывать критерии выбора мероприятий по развитию объектов локомотивного и вагонного комплексов, устройств энергоснабжения, СЦБ и связи, расширять статистику стоимостных параметров различных участков сети железных дорог.

Механизмом внедрения данного алгоритма макро-моделирования в производственные процессы ОАО «РЖД» может стать его автоматизация, как в виде самостоятельной информационной модели, так и в составе имеющихся программных решений.

Применение этого инструмента в процессе предпроектной подготовки позволит более точно и оперативно не только оценить целесообразность проекта для компании, но и рассмотреть все возможные конфигурации, выбрав наиболее эффективный для его (проекта) реализации. 

Удельная стоимость строительства 1 км пути\*  
во II этапе развития Восточного полигона

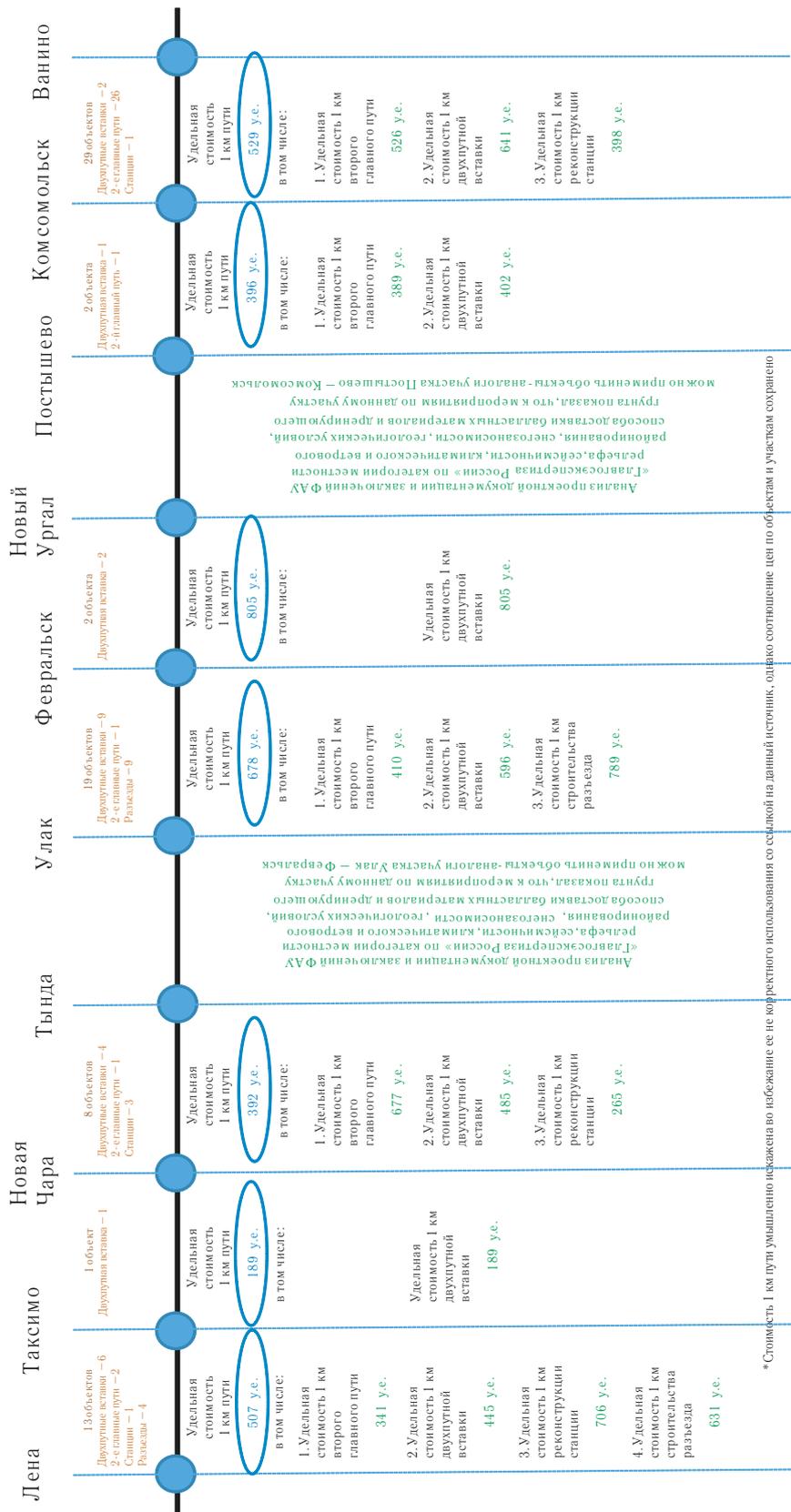


Рис. 1. Удельная (условная) стоимость строительства 1 км пути на участке Лена – Ванино

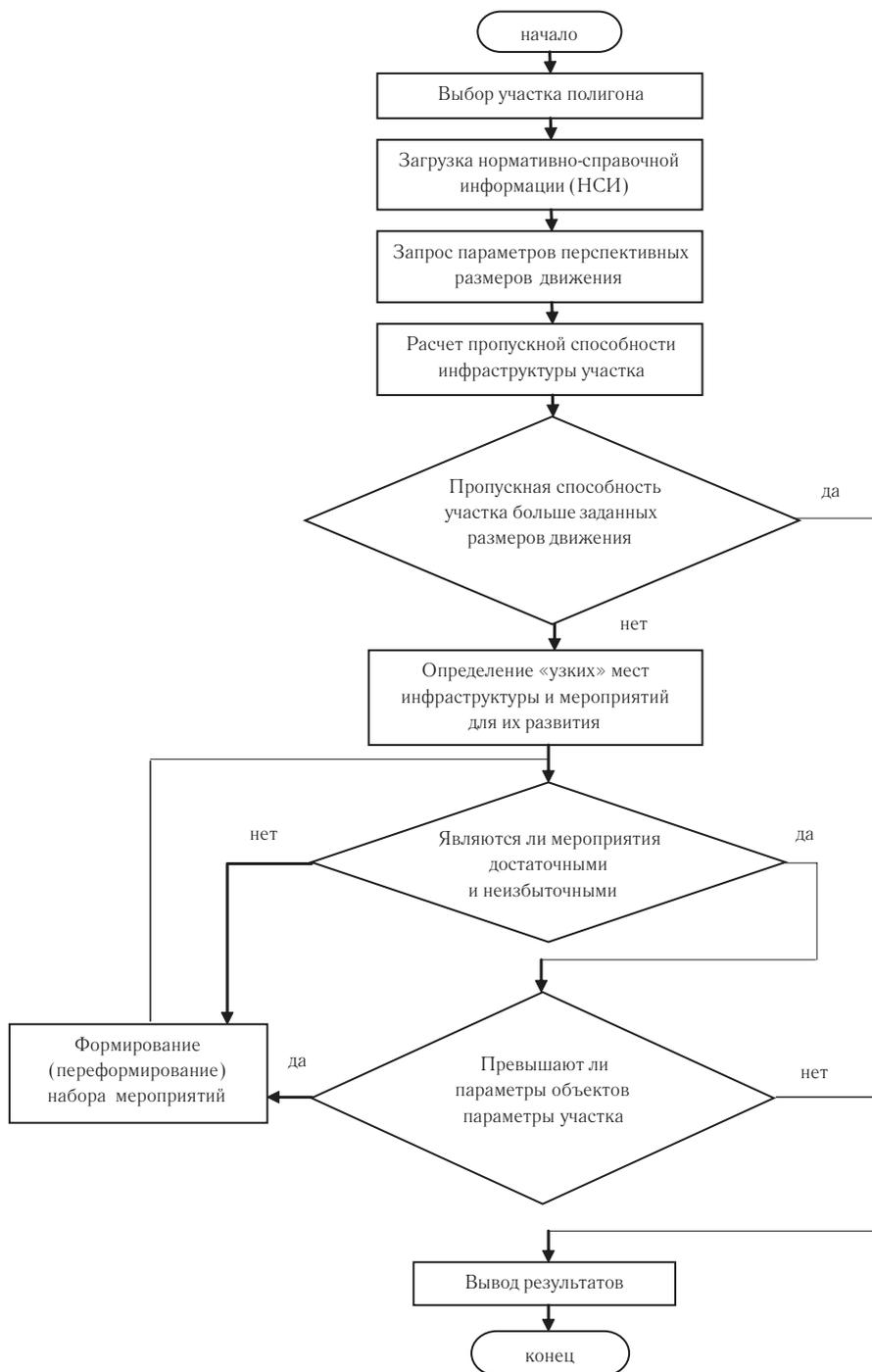


Рис. 2. Алгоритм расчета оптимального развития инфраструктуры участка:

1 шаг – загрузка нормативно-справочной информации (НСИ) и ввод перспективных параметров размеров движения; 2 шаг – сравнение пропускной способности участка с потребными размерами движения, выводы о необходимости развития; 3 шаг – определение «узких» мест и перечня инфраструктурных мероприятий для их устранения; 4 шаг – проверка достаточности и отсутствия избыточности предложенных мероприятий, при необходимости корректировка набора мероприятий; 5 шаг – проверка соответствия параметров новых объектов характеристике участка (по НСИ), при необходимости корректировка параметров объекта; 6 шаг – выполнение шага 5 для каждого нового объекта; 7 шаг – формирование итоговой таблицы набора мероприятий и параметров новых объектов

## Литература

1. Инструкция по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД»: утверждена распоряжением первого заместителя генерального директора ОАО «РЖД» Кобзева С.А. от 04.03.2022г. №545/р. – Москва. – Текст: непосредственный.
2. Стратегия пространственного развития России: ожидания и реалии / Е.А. Коломак, В.А. Крюков, Л.В. Мельникова, В.Е. Селиверстов, В.И. Сулов, Н.И. Сулов. – Текст: непосредственный // Регион: Экономика и Социология. – 2018. – №2 (98). – С. 264–287.
3. Строев, П.В. Современные тенденции развития агломераций / П.В. Строев, Д.Е. Морковкин, С.В. Макар. – Текст: электронный // Креативная экономика. – 2020. – Т.14, №11. – С. 2693–2712. – URL: <https://creativeconomy.ru/lib/111071?ysclid=19zbd35pyi132617872>. – <http://doi.org/10.18334/ce.14.11.11-1071> (дата обращения 02.01.2022).
4. ОНЦКРЖ 81-02-07-2017 Отраслевые укрупненные сметные нормативы. Железные дороги: утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 1 июня 2017 г. №1047 р. – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=713665&ysclid=19zd07wqc3706625256#lmU01MTiYe9blwTw2> (дата обращения: 02.11.2022).
5. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 №207-р. – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_318094/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/) (дата обращения 20.09.2020).
6. СП 225.1326000.2014. Свод правил: Станционные здания, сооружения и устройства. Утвержден и введен в действие приказом Минтранса Российской Федерации от 2 декабря 2014 года №331. – Москва: Минтранс, 2014. – 133 с. – Текст: непосредственный.