

## **Провозная способность, грузовая база и условия окупаемости расширения Восточного полигона**

**Сухомлинов Владимир Владимирович**

*Независимый исследователь, индивидуальный предприниматель;*

*105203, Россия, Москва, ул. 12-ая Парковая, д. 7, пом. 23*

*E-mail: 8vladimir8@gmail.com, v@8vladimir8.ru; тел.: +7-916-757-1781*

*Сайт: a-grades.ru*

*Вот и всё. Замкнулось полотно.*

*И последний выложен портал.*

*«Золотое» светится звено.*

*Ты об этом десять лет мечтал.*

*Владимир Гузий, «Последнее звено»<sup>1</sup>*

В работе оценивается хозяйственная роль Байкало-Амурской магистрали и всего Восточного полигона железнодорожной сети. Спор о том, следует ли считать магистраль активом или пассивом, переводится в форму, допускающую проверку, для чего строится условие, разделяющее два режима в пространстве измеримых параметров. На данных 2013–2025 гг. документируется расхождение между нормативной провозной способностью полигона и фактическим вывозом через контрольное сечение, скачком возникшее в 2023 г. и удерживающееся на уровне 21–24 млн т в год. Оценка модели с эндогенно выбираемой точкой структурного сдвига датирует расхождение 2023 годом и оценивает его величину в 15,4 млн т при коэффициенте передачи мощности в вывоз 0,93. Возможные объяснения разобраны по четырём классам, причём данные 2023–2025 гг. противоречат объяснению через сжатие спроса и указывают на сочетание учётных, технологических и структурных причин. Удельная стоимость прироста провозной способности выросла с 17,3 до 41,1 млрд руб. на 1 млн т годовой мощности в сопоставимых ценах, тогда как частный проект Тихоокеанской железной дороги обошёлся в 4,9 млрд руб. на ту же единицу. Предложена имитационная модель загрузки полигона с горизонтом до 2060 г., включающая стохастiku угольных цен, административное правило распределения дефицитной мощности и перерасход сметы; по шести сценариям проведён стресс-тест на 10 000 траекторий. Получено линейное условие окупаемости третьего этапа модернизации в плоскости «реальная ставка дисконтирования, доля неугольных грузов», при нынешней структуре грузовой базы дающее критическую ставку около 4,2% годовых. Решающим параметром выступает темп роста неугольного спроса, тогда как правило доступа к инфраструктуре само по себе почти нейтрально. Стоимость права отложить третий этап оценена в 564 млрд руб. Выводы имеют значение для оценки крупных инфраструктурных проектов в сырьевых экономиках.

**Ключевые слова:** Байкало-Амурская магистраль, Восточный полигон, транспортная инфраструктура, провозная способность, грузовая база, реальные опционы, структурный сдвиг, распределение дефицитной мощности, угольный экспорт, оценка мегапроектов.

JEL Classification: R42, L92, O18, H54, Q34.

**Данные и код:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.22274133>

---

<sup>1</sup>Цит. по [Черкесов, 2019]. Стихотворение положено на музыку И. Ефремовым и вошло в документальный фильм «Лучшая дорога нашей жизни» (реж. А. Воропаев). В. С. Гузий (1956–2009) приехал на строительство БАМа в 1975 г., с 1976 г. жил в Тынде, работал научным сотрудником Музея истории БАМа, почётный житель города.

## 1. Введение

Байкало-Амурская магистраль остаётся редким объектом, о котором на протяжении полувека высказываются диаметрально противоположные суждения, причём обе стороны опираются на верные факты. Одни указывают на то, что дорога десятилетиями работала в половину проектной мощности и приносила эксплуатационный убыток. Другие отмечают, что после 2022 г. именно восточное направление приняло на себя переориентацию внешней торговли и что без него разворот на восток был бы физически невозможен. Спор такого рода неразрешим до тех пор, пока предмет оценки задан словесно. Настоящая работа переводит его в форму, допускающую проверку, и предлагает количественное условие, разделяющее два режима.

Постановка вопроса подсказана самим предметом. Железнодорожная магистраль есть мощность, то есть верхняя граница физического потока. Хозяйственная ценность этой мощности определяется тремя обстоятельствами: величиной спроса, который к ней предъявляется, доходностью грузов, которые по ней фактически везут, и издержками её создания и содержания. Каждое из трёх обстоятельств измеримо. Следовательно, измерим и результат их сочетания. Рассуждение о «стратегическом значении» при этом не отбрасывается, оно получает цену, поскольку модель позволяет вычислить, какой величины должны быть внетранспортные эффекты, чтобы вложения оправдались, после чего суждение о правдоподобии этой величины остаётся за читателем.

Момент для такого расчёта выбран не случайно. В 2024 г. правительство утвердило третий этап модернизации Восточного полигона стоимостью около 3,7 трлн руб. [Интерфакс, 2024], а в 2025 г. ОАО «РЖД» сообщило о переносе его начала минимум на год при сокращении вложений в развитие БАМа, Транссиба и Красноярской дороги с 400 до 110 млрд руб. [РБК, 2025]. Инвестиционная программа перевозчика на 2026 г. утверждена в размере 713,6 млрд руб. против 1 275,4 млрд руб. в 2024 г. [Ведомости, 2025б]. Одновременно фактический вывоз через контрольное сечение полигона третий год подряд отстаёт от заявленной провозной способности на 21–24 млн т, угольная отрасль вошла в устойчиво убыточное состояние [Ведомости, 2025а], а частная Тихоокеанская железная дорога показала, что сопоставимая мощность создаётся почти на порядок дешевле. Сложилась редкая конфигурация, при которой все существенные величины наблюдаемы, а решение ещё не принято окончательно.

Работа продолжает исследовательскую программу автора по устойчивости многоукладных и многоконтурных хозяйственных систем [Сухомлинов, 2026а; Сухомлинов, 2026б] и по архитектуре производственных систем [Сухомлинов, 2026в], перенося её логику на инфраструктурный объект. Общая методологическая рамка сохраняется. Строится минимальная формальная модель, задаются пороги режимов, проводится стохастический стресс-тест, а качественные выводы проверяются на устойчивость к деталям спецификации.

## 2. Постановка задачи и проверяемые гипотезы

Работа решает пять взаимосвязанных задач. Требуется, во-первых, документировать количественную картину работы Восточного полигона за 2013–2025 гг. и выделить в ней структурное изменение. Во-вторых, измерить динамику удельной стоимости провозной способности и сопоставить её с внешним ориентиром. В-третьих, построить имитационную модель загрузки полигона, пригодную для сценарного анализа с горизонтом до 2060 г. В-четвёртых, вывести условие, разделяющее режимы «актив» и «пассив», и проверить его устойчивость. В-пятых, оценить стоимость управленческой гибкости, иными словами, права отложить капиталоемкое решение. В соответствии с логикой вычислительного эксперимента ниже формулируются две гипотезы и два следствия, по одному из каждой. Каждое утверждение выражено через параметры модели и проверяется в последующих разделах.

*Гипотеза 1 (мощность перестала быть дефицитом).* Прирост мощности 2023 г. почти

не дал прироста вывоза, и с тех пор около восьмой части заявленной провозной способности не реализуется, причём цена каждой следующей тонны мощности выросла за три этапа модернизации в 2,4 раза. Проверка опирается на сопоставление удельных стоимостей трёх этапов с частным аналогом (разд. 5) и на эндогенную датировку структурного сдвига с оценкой устойчивости результата (разд. 6).

*Гипотеза 2 (ставка и структура груза имеют решающее значение).* Окупится ли расширение полигона, зависит от того, по какой ставке дисконтировать будущие доходы и какой груз пойдёт по магистрали, тогда как правило распределения мощности между грузоотправителями на результат почти не влияет. Проверка состоит из стресс-теста на 10 000 траекторий (разд. 9) и вывода границы между режимами в замкнутой форме (разд. 10).

*Следствие 1 из гипотезы 2 (цена ожидания).* Поскольку и ставка, и структура грузопотока меняются медленно и заранее неизвестны, право отложить строительство имеет самостоятельную и поддающуюся измерению цену. Она вычисляется сопоставлением жёсткого графика вложений со стратегией, допускающей отсрочку (разд. 10).

*Следствие 2 из гипотезы 1 (очерёдность важнее сметы).* Тонна вывоза, полученная за счёт лучшего использования созданной мощности, обходится в разы дешевле тонны, которую даёт новое строительство, поэтому такие меры должны ему предшествовать. Сопоставление проводится через эквивалент прироста коэффициента реализации в единицах новой мощности (разд. 13).

Дальнейшее изложение построено следующим образом. Раздел 3 позиционирует работу относительно литературы, раздел 4 излагает историческую траекторию проекта. Разделы 5 и 6 дают количественную картину 2013–2025 гг., прослеживают динамику удельной стоимости мощности, измеряют разрыв между нормативной мощностью и фактическим вывозом и рассматривают возможные объяснения этого разрыва, чем проверяется гипотеза 1. Раздел 7 посвящён правилу доступа к инфраструктуре, раздел 8 излагает имитационную модель. Разделы 9 и 10 содержат стресс-тест, анализ чувствительности и вывод границы между режимами, чем проверяется гипотеза 2, а оценка стоимости отсрочки в разд. 10 проверяет первое следствие. Раздел 11 переводит результаты на язык внетранспортных эффектов, раздел 12 рассматривает варианты будущего использования, раздел 13 даёт экономическую интерпретацию и проверяет второе следствие. Раздел 14 подводит итоги и обозначает ограничения. Числовые данные сведены в таблицы Приложения.

### **3. Обзор литературы**

Литература, на которую опирается работа, образует четыре потока, различающихся предметом и методом. Первые два относятся к измерению эффектов транспортной инфраструктуры, третий к теории инвестиционных решений в условиях необратимости и неопределённости, четвёртый к отечественной традиции размещения производительных сил и к отраслевой аналитике железнодорожного транспорта.

Первый поток составляют количественные исследования вклада железных дорог в хозяйственный рост. Классическая постановка восходит к оценке общественной экономии Р. Фогеля и А. Фишлоу, показавших, что вклад железных дорог в американский рост XIX в. был заметно скромнее принятых в публицистике оценок [Fogel, 1964; Fishlow, 1965]. Современное развитие этой линии использует подход рыночного доступа [Donaldson, Hornbeck, 2016] и данные по развивающимся странам [Donaldson, 2018]. Показательно, что тот же аппарат выявил и обратный эффект, при котором улучшение связности способно вымывать хозяйственную активность с периферии в центр, вместо того чтобы насыщать её [Faber, 2014; Baum-Snow et al., 2020]. Для сюжета о БАМе это принципиально, поскольку магистраль строилась под идеологию освоения пространства.

Второй поток образуют исследования общественного капитала и его отдачи [Aschauer, 1989; Munnell, 1992], а также критика завышенных ожиданий от инфраструктурных вложений. Наиболее прямое отношение к теме имеет работа [Ansar et al., 2016], где на китайском материале показано, что большинство крупных транспортных проектов не окупается, причём систематический перерасход сметы превращает инфраструктурную программу в источник макроэкономической хрупкости. Систематика причин перерасхода и оптимистического смещения оценок изложена в [Flyvbjerg et al., 2003; Flyvbjerg, 2014].

Третий поток задаёт теория инвестирования в условиях необратимости и неопределённости [Dixit, Pindyck, 1994; McDonald, Siegel, 1986]. Крупный инфраструктурный проект удовлетворяет всем условиям её применимости: затраты необратимы, будущий спрос неопределён, решение можно отложить. Именно этот аппарат позволяет оценить решение 2025 г. о переносе третьего этапа как реализацию опциона ожидания, при том что управленческой неудачей оно не выглядит.

Четвёртый поток составляют отечественные исследования размещения производительных сил и комплексного развития территорий. Теория территориально-производственных комплексов [Колосовский, 1969; Бандман, 1980], работы по хозяйственному освоению Сибири и Дальнего Востока [Аганбегян, 2010; Гранберг, 2004; Минакир, 2006] и историко-экономический анализ советской индустриализации [Ханин, 2023; Латов, 2024] задают содержательный контекст замысла БАМа. Сюда же примыкают работы по экономике железнодорожного транспорта и перекрёстному субсидированию [Хусаинов, 2012; Хусаинов, 2025], а также отраслевая аналитика Восточного полигона [Усов, 2026], где накоплен богатый фактический материал, редко доводимый до формальной модели.

Место настоящей работы определяется следующим образом. Количественные оценки эффектов инфраструктуры сосредоточены преимущественно на завершённых исторических эпизодах, теория реальных опционов применяется к транспорту редко, а отраслевая аналитика Восточного полигона остаётся описательной. Работ, соединяющих документированный ряд провозной способности, стохастическую модель загрузки и явное условие смены режима, практически нет. Настоящая статья призвана восполнить этот пробел, оставаясь в жанре вычислительного эксперимента.

## **4. Историческая траектория и незавершённый замысел**

**4.1. Замысел.** Идея северного обхода Байкала обсуждалась ещё в конце XIX в., участки Бамовская–Тында и Известковая–Ургал строились в 1930-е гг. силами заключённых, а рельсы с уже уложенных участков были сняты в 1942 г. для Сталинградской рокады. Решение о развёрнутом строительстве принято в 1974 г., укладка «золотого звена» состоялась 1 октября 1984 г., а сквозное движение по всей трассе открылось лишь 5 декабря 2003 г. с пуском Северомуйского тоннеля длиной 15,343 км [РИА Новости, 2009; Радио Свобода, 2014]. Общая длина хода от Тайшета до Советской Гавани составляет около 4,3 тыс. км, главный участок от Усть-Кута до Комсомольска-на-Амуре имеет протяжённость 3 145 км. В строительстве в разное время участвовало порядка 2 млн человек. Стоимость оценивается в 17,7 млрд руб. без учёта упущенной выгоды и в 55,3 млрд руб. с её учётом в ценах 1991 г. [РИА Новости, 2009].

Принципиально, что дорога изначально задумывалась несущей осью системы территориально-производственных комплексов и самостоятельным объектом не была. Замысел предполагал, что вдоль трассы возникнут Удоканский, Южно-Якутский, Чинейский и другие узлы, которые дадут магистрали грузовую базу, а сама она даст им выход к портам. Эта конструкция соответствовала господствовавшей тогда теории комплексного размещения [Колосовский, 1969; Бандман, 1980] и была внутренне непротиворечива. Из запланированных комплексов в полном объёме сложился, однако, лишь Южно-Якутский с

центром в Нерюнгри [Бляхер, 2019]. Дорога была построена, а хозяйственный контур вокруг неё достроен не был.

**4.2. Последствия незавершённости.** Результат хорошо документирован. За 1978–1990 гг. по магистрали перевезено 279 млн т грузов, из них 112,7 млн т угля и 65,4 млн т леса. К концу 2000-х годов грузопоток составлял 8–10 млн т в год при проектных 18 млн т, по трассе проходило порядка восьми поездов в сутки, а эксплуатационный убыток оценивался примерно в 2 млрд руб. в год [Радио Свобода, 2014]. Именно этот период дал основание для устойчивой оценки БАМа как памятника плановому расточительству.

Оценка эта, однако, содержит логическую неточность. Магистраль оценивалась по результату, полученному в отсутствие второй половины замысла, а изъятие из проекта его хозяйственного контура превращает дорогу в мощность без спроса. Низкая загрузка в этих условиях характеризует усечённый проект и о самой дороге говорит немного. Обратное рассуждение столь же неполно, ведь утверждение, что комплексы возникли бы при иной хозяйственной политике, непроверяемо. Разумнее датировать оценку. До середины 2010-х годов магистраль работала как пассив, что подтверждается прямой бухгалтерией, а вопрос о её нынешнем и будущем режиме требует отдельного счёта.

**4.3. Разворот 2010-х годов.** Возвращение к развитию Восточного полигона началось в 2013 г. и было оформлено тремя последовательными этапами. Первый, реализованный в 2013–2021 гг., обошёлся в 520,5 млрд руб. и поднял провозную способность полигона с 90 до 144 млн т в год. Второй, выполненный в 2021–2024 гг., оценивается примерно в 1,1 трлн руб. и довёл нормативную мощность до 180 млн т. Третий, утверждённый в конце апреля 2024 г., охватывает 24 участка, из которых 12 расположены на Транссибе, 10 на БАМе и 2 представляют собой соединительные линии; программа рассчитана до 2035 г., оценивается примерно в 3,7 трлн руб. и предусматривает 210 млн т к 2030 г. и 270 млн т к 2032 г. [Интерфакс, 2024; Ведомости, 2024]. В её состав входят вторые Северомуйский, Кодарский и Кузнецовский тоннели, мост через Амур, обход Хабаровска и развитие Находкинского транспортного узла, а это именно те работы, дешёвых аналогов которым нет.

События 2022 г. придали этой программе новое значение. Переориентация внешней торговли на восточное направление сделала полигон единственным сухопутным каналом для основной массы экспорта, а его пропускная способность превратилась в ограничение общенационального масштаба. Именно с этого момента вопрос о природе БАМа приобрёл практическую остроту, и именно с этого момента появились данные, позволяющие на него ответить количественно.

## **5. Восточный полигон в 2013–2025 гг.: мощность и её реализация**

**5.1. Предмет измерения.** Термин «Восточный полигон» обозначает управляемую как единое целое совокупность железных дорог, обслуживающих восточное направление, а именно Восточно-Сибирскую, Забайкальскую и Дальневосточную дороги вместе с участком Междуреченск–Тайшет Красноярской дороги, служащим воротами полигона. В этот контур входят оба магистральных хода на их восточных участках, южный Транссиб и северный БАМ, а также соединительные линии и подходы к морским портам и пограничным переходам. Выделение полигона в самостоятельный объект планирования оформилось в начале 2010-х годов вместе с первой программой модернизации, и с тех пор целевые показатели устанавливаются для полигона в целом, минуя разбивку по отдельным магистралям. Именно поэтому дальнейший счёт ведётся по полигону, а выводы о БАМе получаются как выводы о его северной части.

Работа полигона описывается двумя величинами. Первая, нормативная провозная способность, представляет собой расчётную верхнюю границу годового объёма перевозок в тоннах при заданном техническом состоянии инфраструктуры; она получается умножением пропускной способности в поездах на среднюю массу поезда и потому зависит не только

от путевого развития, но и от структуры поездопотока. Вторая, фактический вывоз через контрольное сечение, представляет собой измеренный объём, прошедший через условную границу полигона на подходах к дальневосточным портам и погранпереходам; он служит отчётным показателем исполнения плановых заданий. Отметим, что грузы, ушедшие на пограничные переходы Забайкальск и Наушки, через это сечение не проходят и в показатель не попадают.

**5.2. Два ряда и расхождение между ними.** До 2021 г. обе величины двигались практически синхронно, поскольку предъявляемый спрос устойчиво превышал возможности инфраструктуры и вся созданная мощность выбиралась. Синхронность раннего участка отчасти задана процедурой восстановления ряда вывоза и потому не является самостоятельным наблюдением, в то время как расхождение с 2022 г. опирается на документированные значения (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1.

Нормативная провозная способность и фактический вывоз по Восточному полигону, млн т в год

| Год  | Мощность $K$ | Вывоз $V$ | Разрыв $K - V$ | Реализация $u$ |
|------|--------------|-----------|----------------|----------------|
| 2013 | 90,0         | 88,2      | 1,8            | 0,980          |
| 2016 | 110,3        | 108,1     | 2,2            | 0,980          |
| 2019 | 130,5        | 127,9     | 2,6            | 0,980          |
| 2021 | 144,0        | 141,1     | 2,9            | 0,980          |
| 2022 | 158,0        | 148,8     | 9,2            | 0,942          |
| 2023 | 173,0        | 150,5     | 22,5           | 0,870          |
| 2024 | 180,0        | 156,0     | 24,0           | 0,867          |
| 2025 | 180,0        | 159,0     | 21,0           | 0,883          |

Источник: расчёты автора по [Минтранс, 2021; Шило, 2024; Коммерсантъ, 2024; Усов, 2026; РЖД-Партнёр, 2023]. Полный ряд за 2013–2025 гг. приведён в табл. П1 Приложения. Значения мощности за 2014–2020 гг. получены линейной интерполяцией между документированными точками 2013 и 2021 гг., значения вывоза за 2013–2021 гг. восстановлены по коэффициенту реализации, устойчивость выводов к этому допущению проверяется в разд. 6.

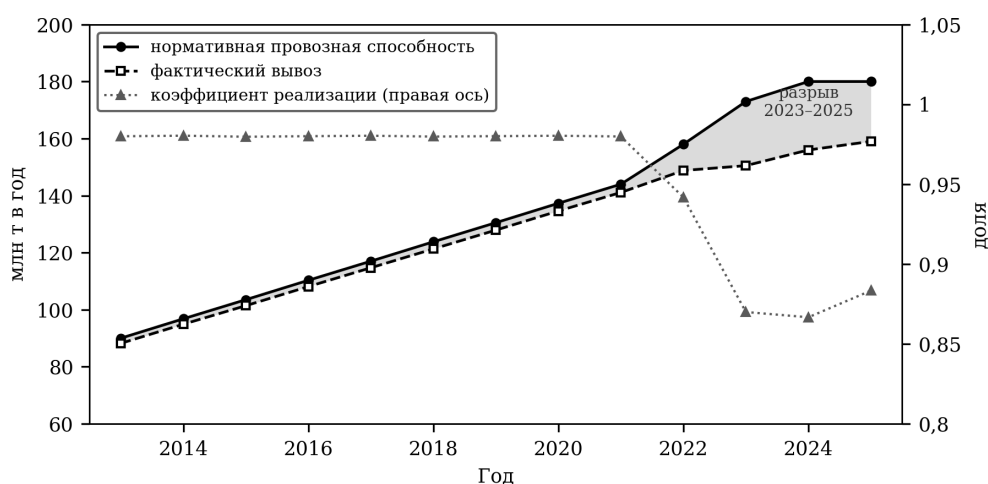


Рис. 1. Нормативная провозная способность и фактический вывоз по Восточному полигону, 2013–2025 гг. Источник данных: табл. П1.

Содержательно картина такова. До 2022 г. разрыв не превышал 3 млн т и представлял собой обычный технологический запас. В 2022 г. он вырос до 9,2 млн т, а в 2023 г. скачком поднялся

до 22,5 млн т: нормативная мощность прибавила 15 млн т, тогда как фактический вывоз вырос лишь на 1,7 млн т и составил 150,5 млн т [Шило, 2024]. Дальше разрыв держится на достигнутом уровне, поскольку в 2024 г. через контрольное сечение прошло около 156 млн т при плановом задании 162,5 млн т [Коммерсантъ, 2024], а в 2025 г. вывоз составил 159 млн т, то есть на 21 млн т ниже норматива [Усов, 2026]. Коэффициент реализации при этом опустился с 0,98 до 0,87 и с 2023 г. держится в узком коридоре 0,87–0,88.

Компания объясняет расхождение технологическими окнами под строительство, перераспределением части потока на пограничные переходы, ростом доли лёгких контейнерных поездов и смерзаемостью угля зимой. Каждое из объяснений справедливо по отдельности, однако вместе они означают одно. Понятие провозной способности перестало совпадать с понятием фактически реализуемого потока, что прямо признано и перевозчиком: провозная способность есть «не плановый физический объём грузовых перевозок, но возможность при определённых условиях» [Шило, 2024]. Систематический разбор причин отложен до разд. 6.2, где он проводится после того, как величина разрыва измерена.

**5.3. Стоимость мощности.** Второй существенный ряд описывает цену создания провозной способности. Сопоставление трёх этапов даёт устойчивую закономерность (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2.

Удельная стоимость прироста провозной способности Восточного полигона

| Этап                | Стоимость, млрд руб. | Прирост, млн т | Уд. стоимость, млрд руб./млн т | То же в ценах 2024 г. |
|---------------------|----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------|
| I этап, 2013–2021   | 520,5                | 54,0           | 9,6                            | 17,3                  |
| II этап, 2021–2024  | 1 100,0              | 36,0           | 30,6                           | 35,1                  |
| III этап, 2025–2035 | 3 700,0              | 90,0           | 41,1                           | 41,1                  |
| Тихоокеанская ж. д. | 146,6                | 30,0           | 4,9                            | 4,9                   |

Источник: расчёты автора по [Интерфакс, 2024; Ведомости, 2024; Коммерсантъ, 2023; Коммерсантъ, 2026]. Приведение к ценам 2024 г. выполнено по индексам стоимости строительства с коэффициентами 1,80 и 1,15 для первого и второго этапов соответственно. Прирост мощности третьего этапа взят как разность между целевыми 270 и достигнутыми 180 млн т.

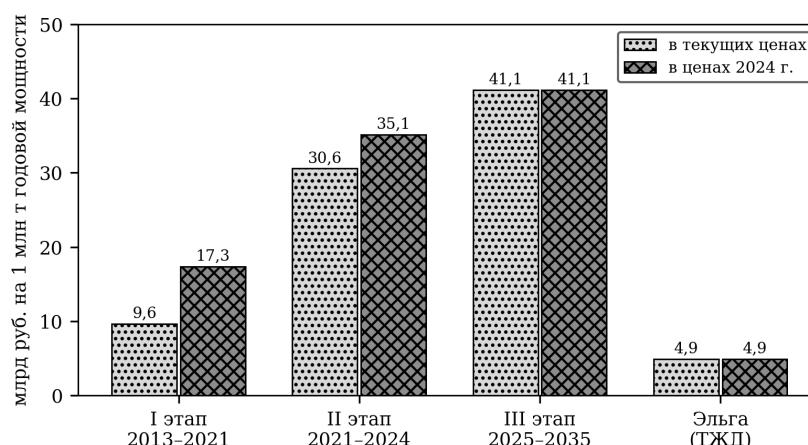


Рис. 2. Удельная стоимость прироста провозной способности по этапам модернизации и внешний ориентир. Источник данных: табл. 2.

Рост удельной стоимости в сопоставимых ценах достиг 2,4 раза за двенадцать лет, что подтверждает утверждение гипотезы 1 о дорожающей мощности. Механизм прозрачен.

Первый этап собрал дешёвые решения, к которым относятся разъезды, вторые пути на равнинных участках и усиление тяги. Второй потребовал сплошного удлинения станционных путей и электрификации. Третий упирается в тоннели и мосты, где удельная стоимость на порядок выше и слабо поддаётся удешевлению, что прямо видно из перечня его объектов. Строительная инфляция объясняет лишь часть роста, остальное приходится на исчерпание технологического запаса.

Внешний ориентир делает картину рельефнее. Тихоокеанская железная дорога представляет собой частную необщего пользования линию, построенную компанией «Эльгауголь» от Эльгинского угольного месторождения в Якутии через Тугуро-Чумиканский район Хабаровского края к собственному порту Эльга на мысе Манорский Охотского моря. Протяжённость главного хода составляет 531 км, с разъездами и станционными путями 626 км; проектная мощность первого этапа дороги и порта достигает 30 млн т в год с возможностью расширения до 50 млн т. Замысел состоял в том, чтобы вывести эльгинский уголь к морю в обход перегруженного Восточного полигона, в несколько раз сократив плечо до порта. Решение о строительстве принято в 2022 г., первый состав прошёл по линии в конце 2024 г., а совокупные вложения оцениваются в 146,6 млрд руб., то есть в 4,9 млрд руб. на 1 млн т годовой мощности [Коммерсантъ, 2026]. Сопоставление требует оговорок: речь идёт о новой однородной линии под один груз и одного отправителя, при том что модернизация действующей магистрали ведётся под движением, на сложном рельефе и под разнородный поток. Тем не менее восьмикратный разрыв в удельной стоимости слишком велик, чтобы объясняться одними условиями работ, и указывает на различие в организации проектирования и строительства.

## 6. Эконометрическая оценка разрыва

**6.1. Оценка сдвига.** Расхождение рядов допускает формальную проверку. Оценивается модель

$$V_t = \alpha + \beta K_t + \gamma D_t + \varepsilon_t, \quad D_t = \mathbf{1}\{t \geq t^*\}, \quad (1)$$

где  $V_t$  обозначает фактический вывоз,  $K_t$  нормативную провозную способность,  $D_t$  индикатор режима после точки сдвига  $t^*$ . Коэффициент  $\beta$  интерпретируется как передача мощности в вывоз, коэффициент  $\gamma$  как сдвиг уровня. Точка сдвига выбирается эндогенно перебором допустимых дат по максимуму F-статистики в духе тестов на неизвестную точку разрыва [Chow, 1960; Andrews, 1993]. Используются состоятельные к гетероскедастичности стандартные ошибки HC1.

Перебор даёт максимум F-статистики на 2023 г. ( $F = 77,7$ ) при заметно меньших значениях для соседних дат (9,3 для 2022 г. и 3,5 для 2024 г.), что датирует сдвиг тем годом, в котором нормативная мощность прибавила 15 млн т, а фактический вывоз почти не изменился. Оценки параметров приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Оценки модели (1) для фактического вывоза по Восточному полигону, 2013–2025 гг.

| Параметр                          | Оценка | Ст. ошибка | z     | p       |
|-----------------------------------|--------|------------|-------|---------|
| $\alpha$ (константа)              | 5,70   | 4,21       | 1,35  | 0,176   |
| $\beta$ (передача мощности)       | 0,928  | 0,038      | 24,30 | < 0,001 |
| $\gamma$ (сдвиг уровня с 2023 г.) | −15,41 | 2,71       | −5,69 | < 0,001 |

Примечание. Зависимой переменной служит годовой вывоз через контрольное сечение, млн т. Тринадцать наблюдений,  $R^2 = 0,996$ , стандартные ошибки HC1. Точка разрыва 2023 г. найдена перебором по максимуму F-статистики ( $F(1,10) = 77,7$ ).

Оценки говорят следующее. На всём наблюдаемом интервале каждая дополнительная единица нормативной мощности давала около 0,93 единицы фактического вывоза, что согласуется с представлением о режиме, в котором инфраструктура выступает связывающим ограничением. С 2023 г. к этой зависимости добавился отрицательный сдвиг уровня величиной 15,4 млн т в год. В новом режиме объявленная мощность систематически не реализуется, а величина недоиспользования превышает годовой прирост мощности, достигнутый на втором этапе модернизации. Существенно, что сдвиг именно скачкообразный: наклон зависимости сохраняется, а уровень опускается разом и далее не восстанавливается.

Оговорки здесь необходимы сразу, и они существенны. Тринадцать годовых наблюдений дают лишь иллюстративную точность, критические значения при эндогенном выборе даты выше стандартных, а часть раннего участка ряда восстановлена по коэффициенту реализации. Поэтому проведена проверка устойчивости, для чего реконструкция повторена при трёх значениях исходного коэффициента реализации, а именно 0,95, 0,98 и 1,00. Оценка сдвига остаётся в диапазоне от –12,9 до –17,1 млн т и во всех случаях значима на однопроцентном уровне, оценка передачи мощности лежит в диапазоне от 0,921 до 0,939 (табл. ПЗ Приложения). Устойчивость объясняется тем, что величина сдвига определяется документированными наблюдениями 2022–2025 гг., в то время как восстановленный участок влияет главным образом на наклон. Утверждение гипотезы 1 о нереализуемой части заявленной мощности, таким образом, подтверждается.

**6.2. Что может стоять за сдвигом уровня.** Оценённый сдвиг фиксирует факт, но не объясняет его. Трёх наблюдений после точки разрыва недостаточно для статистической проверки гипотез о механизме, а прямых измерений отдельных его составляющих в открытых источниках нет. Поэтому объяснения полезно перечислить явно, разделив по природе и указав для каждого проверяемый признак (табл. 4).

Таблица 4.

*Возможные объяснения сдвига уровня и их проверяемые признаки*

| Класс           | Содержание                                                                                                                                                     | Проверяемый признак                                                                                                   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учётный         | Часть потока ушла на пограничные переходы Забайкальск и Наушки, которые контрольное сечение не пересекают; менялась и методика счёта                           | Совокупный вывоз на восток по всем каналам сдвига не показывает, и сдвиг исчезает при переходе к сквозному показателю |
| Технологический | Норматив опережает фактическую готовность: окна под строительство, состояние подходов, тяга и локомотивные бригады, выгрузка в портах, смерзаемость угля зимой | Сдвиг сжимается по завершении работ и обнаруживает выраженную сезонность внутри года                                  |
| Структурный     | Средняя масса поезда падает из-за роста доли контейнерных и лёгких поездов при неизменной пропускной способности в поездах                                     | Пропускная способность в поездах растёт, тогда как провозная в тоннах стоит на месте                                  |
| Экономический   | Связывающее ограничение сместилось с предложения мощности на спрос: падение нетбэка и убыточность угольной отрасли                                             | Вывоз становится чувствителен к котировке там, где прежде от неё не зависел                                           |

Источник: составлено автором по объяснениям перевозчика [Коммерсантъ, 2024; Усов, 2026] и данным разд. 5.

Порядок величин по первым двум классам известен от самого перевозчика. Разбирая разрыв 2023 г., А. Шило отнёс около 15 млн т из 22,5 к объективным факторам, среди которых перенаправление грузов на другие пограничные переходы, чрезвычайные ситуации, погодные условия и нехватка локомотивов, и подчеркнул, что провозная способность формируется постепенно по ходу строительства и полностью реализуется лишь после его завершения [Шило, 2024]. Учётный и технологический классы вместе объясняют, следовательно, около двух третей разрыва 2023 г. по оценке стороны, скорее заинтересованной в его преуменьшении.

Структурное объяснение допускает самостоятельную количественную иллюстрацию, поскольку нормативная провозная способность в тоннах равна произведению пропускной способности в поездах на среднюю массу поезда. Примем массу гружёного маршрута 6 500 т, что согласуется с действующей весовой нормой полигона при доле тяжеловесных поездов массой от 7 100 т около трети [РЖД-Партнёр, 2026], и массу контейнерного поезда 3 200 т. Тогда рост доли контейнерных поездов в поездопотоке с 6 до 14% снижает средневзвешенную массу примерно на 4,2%, что при неизменной пропускной способности эквивалентно потере около 7,5 млн т годовой провозной способности. Треть разрыва 2023 г. покрывается, следовательно, одной этой причиной, и она не является ни сбоем, ни недоработкой, поскольку контейнерная тонна приносит перевозчику существенно больше угольной. Классы при этом частично пересекаются, так как облегчение поездопотока входит и в перечень объективных факторов перевозчика, и потому приведённые доли складывать не следует.

Данные 2023–2025 гг. позволяют высказаться и о четвёртом, экономическом объяснении, и высказаться против него. Разрыв открылся в 2023 г., когда котировка держалась на высоком уровне 173 долл./т, а закрываться начал в 2025 г., когда она опустилась до 108 долл./т и угольный экспорт в восточном направлении с марта держался на исторических максимумах [ПортНьюс, 2025б]. Формальная проверка подтверждает этот вывод: добавление в модель (1) ценового фактора, действующего после точки сдвига, даёт коэффициент  $-4,2$  при  $p = 0,09$ , и связь имеет знак, противоположный требуемому экономической гипотезой. Три наблюдения не позволяют настаивать на этой оценке, однако они не оставляют места и для утверждения, будто разрыв 2023–2025 гг. вызван сжатием спроса. Учётная составляющая остаётся при этом спорной, что отражено в замечании о существовании методик, при которых 159 млн т засчитываются как 180 [Усов, 2026].

Для дальнейшего изложения важно, что все четыре класса имеют в модели разд. 8 своё представление. Технологические и структурные причины агрегированы в коэффициенте реализации мощности, экономические заданы блоком угольного спроса, а учётная составляющая означает, что истинный разрыв меньше оценённого, и её влияние проверяется вариацией того же коэффициента. Выбор между объяснениями поэтому не блокирует расчёт, однако прямо определяет, какие меры имеют смысл. Учётная причина требует смены отчётного показателя, технологическая расшивки узких мест, структурная пересмотра самого норматива, экономическая работы с грузовой базой.

## **7. Правило распределения дефицитной мощности**

Прежде чем переходить к модели, необходимо рассмотреть институт, который в условиях дефицита определяет, кому достаётся мощность. С 2020 г. вывоз в восточном направлении регулируется правилами недискриминационного доступа и дополняющими их соглашениями с угледобывающими регионами. Ежегодно устанавливается квота, гарантирующая вывоз определённого объёма угля. В 2025 г. для Кузбасса она составила 54,1 млн т, на 2026 г. согласовано 55 млн т при заявке региона на 60 млн т [Интерфакс, 2026а; ПортНьюс, 2025а]. Совокупный приоритетный угольный объём оценивается в 99,3 млн т, что соответствует примерно 60% потока восточного направления [Коммерсантъ, 2025].

Хозяйственную цену этого правила можно посчитать прямо. По оценке Минтранса, сохранение угольного приоритета в 2025 г. означало невывоз 14,3 млн т прочих грузов против 10,4 млн т годом ранее, причём структура вытесненного потока известна. На контейнеры и прочие грузы приходится 5,1 млн т, на чёрные металлы 4,1 млн т, на удобрения 3,3 млн т, на зерно 1,6 млн т и на нефтепродукты 0,2 млн т [Коммерсантъ, 2025]. Доходность неугольных грузов для перевозчика превышает доходность угля примерно в 1,8 раза, если брать всю неугольную корзину. Разброс внутри неё велик, поскольку доходная ставка по углю в 2024 г. была на 45% ниже средней по сети, а по нефтепродуктам и чёрным металлам на 79–80% выше средней [Хусаинов, 2025], что для этой пары даёт уже трёхкратное превосходство. Соотношение 1,8 относится к доходной ставке, тогда как маржинальный доход различается сильнее, поскольку доля переменных издержек в тарифе на дальнем плече выше у массового груза. При доходной ставке порядка 3 250 руб. на тонну угля и 5 850 руб. на тонну прочих грузов и переменных издержках 2 000 и 2 400 руб. соответственно маржинальный доход составляет 1 250 и 3 450 руб., то есть различается в 2,8 раза. Эти две величины и используются далее в модели, а вытеснение 14,3 млн т обходится при них примерно в 31,5 млрд руб. недополученного маржинального дохода в год.

Из этого следует важное для дальнейшего наблюдения. Финансовая отдача полигона зависит не только от того, сколько тонн он способен пропустить, но и от того, какие тонны через него пропускают. Правило распределения задаёт структуру потока административно, и при неизменной физической мощности выбор правила меняет доходность на десятки миллиардов рублей в год. Естественно поэтому ожидать, что правило доступа окажется одним из ключевых управляющих параметров модели. Как будет показано в разд. 9, этот вывод верен лишь отчасти, и его уточнение составляет один из содержательных результатов работы.

## 8. Имитационная модель

**8.1. Состав модели.** Модель описывает годовую работу полигона на интервале 2026–2060 гг. Состояние задаётся нормативной провозной способностью  $K_t$ , реализуемой мощностью  $K_t^e$ , предъявляемым угольным спросом  $D_t^c$ , предъявляемым неугольным спросом  $D_t^o$  и котировкой энергетического угля  $p_t$ . Реализуемая мощность связана с нормативной коэффициентом реализации:

$$K_t^e = \varphi K_t, \quad \varphi \in [0,80; 0,98], \quad (2)$$

где базовое значение  $\varphi = 0,88$  соответствует наблюдавшемуся в 2025 г. отношению вывоза к нормативу. Параметр  $\varphi$  агрегирует технологические окна, состояние подходов, работу портов и сезонные потери, всё то, что отделяет паспортную мощность от фактически реализуемого потока.

Угольный спрос задаётся возрастающей функцией превышения котировки над порогом безубыточности дальней перевозки:

$$D_t^c = \frac{D_{\max}^c}{1 + \exp\left(-\frac{p_t - p^*}{s}\right)}, \quad p^* = 95 \text{ долл./т}, \quad s = 22. \quad (3)$$

Логистическая форма отражает неоднородность отрасли по себестоимости, так что при снижении котировки предложение уходит с рынка постепенно, начиная с наиболее удалённых и наименее рентабельных предприятий. Неугольный спрос растёт экзогенно с темпом  $g$  до 2040 г. и с темпом 1,5% далее.

Распределение дефицитной мощности воспроизводит действующий институт квот:

$$V_t^c = \min\{D_t^c, \max(qK_t^e, K_t^e - D_t^o)\}, \quad V_t^o = \min\{D_t^o, K_t^e - V_t^c\}, \quad (4)$$

где  $q$  обозначает долю мощности, гарантированно закреплённую за углём. Конструкция означает, что уголь получает гарантированный минимум, а при недостаточном неугольном спросе занимает и остаток. Базовое значение  $q = 0,60$  откалибровано по объёму приоритетного вывоза 2025 г.

Финансовый результат складывается из маржинального дохода за вычетом содержания мощности и вложений:

$$NCF_t = m_c V_t^c + m_o V_t^o - f K_t - I_t, \quad S = \sum_t \frac{NCF_t}{(1+d)^{t-t_0}}, \quad (5)$$

где  $m_c = 1,25$  и  $m_o = 3,45$  тыс. руб. на тонну обозначают маржинальный доход по углю и по прочим грузам,  $f = 0,4$  тыс. руб. на тонну мощности в год отражает её содержание,  $I_t$  задаётся графиком вложений третьего этапа с поправкой на перерасход,  $d$  обозначает реальную ставку дисконтирования, а  $t_0 = 2025$  задаёт базу приведения. Полный перечень параметров модели с их базовыми значениями сведён в табл. П2 Приложения. Внетранспортные эффекты учитываются отдельной величиной

$$E = \sum_t \frac{e V_t}{(1+d)^{t-t_0}}, \quad (6)$$

где  $e$  выражает налоговую, региональную и стратегическую отдачу в расчёте на вывезенную тонну. Разделение  $S$  и  $E$  принципиально, поскольку первая величина вычисляется из наблюдаемых тарифов и издержек, вторая содержит экспертное допущение, и её роль в выводах проверяется отдельно (разд. 11).

**8.2. Стохастический блок.** Выбор процесса для котировки угля требует пояснения, поскольку от него зависят и оценка доходов, и вся опционная часть работы. Уголь представляет собой биржевой сырьевой товар, цена которого привязана к предельным издержкам действующих мощностей. Длительное превышение этого уровня вызывает расконсервацию шахт и ввод новых разрезов, длительное падение ведёт к остановке наиболее дорогих предприятий, так что цена возвращается к среднему. Геометрическое броуновское движение, естественное для финансового актива, такого механизма не содержит и даёт неограниченно расходящуюся дисперсию, из-за чего на горизонте в тридцать пять лет оно завывало бы и разброс доходов, и стоимость ожидания. Поэтому за основу принят процесс Орнштейна–Уленбека, что соответствует принятой в литературе трактовке поведения сырьевых цен [Schwartz, 1997; Dixit, Pindyck, 1994]. Логарифмическая форма выбрана из двух соображений. Цена обязана оставаться положительной, а волатильность сырьевых котировок естественнее выражается в процентах.

Чистый процесс возврата к среднему, однако, порождает симметричные и умеренные отклонения, тогда как наблюдаемая история угольных цен содержит редкие асимметричные всплески, из которых эпизод 2021–2022 гг. поднял котировку более чем вчетверо за два года. Выборочная скошенность годовых приращений логарифма цены за 2013–2025 гг. составляет +0,70, и распределение имеет тяжёлый правый хвост. Отсюда добавление пуассоновской скачковой компоненты в духе [Merton, 1976]. Для настоящей работы эта деталь принципиальна, так как именно редкие скачки создают ценность права подождать: при чистом возврате к среднему премия за гибкость оказалась бы заметно ниже, а при броуновском движении без возврата заметно выше.

Калибровка опирается на тот же ряд. Оценка авторегрессии первого порядка для логарифма цены даёт коэффициент 0,58 при стандартной ошибке 0,26, что отвечает скорости возврата около 0,42 в год, и долгосрочный уровень около 106 долл./т. Принятые в модели значения 0,30 и 105 долл./т сознательно консервативны по скорости возврата, поскольку выборочная оценка на тринадцати наблюдениях неустойчива, а более медленный

возврат удлиняет периоды низких цен и потому работает против рассматриваемого проекта. Формально процесс записывается так:

$$\ln p_{t+1} = \ln p_t + \kappa (\mu - \ln p_t) + \sigma \xi_t + J_t, \quad (7)$$

где  $\kappa = 0,30$  задаёт скорость возврата к среднему,  $\mu = \ln 105$  соответствует долгосрочному уровню,  $\sigma = 0,28$  отвечает диффузионной части, а  $J_t$  представляет собой пуассоновскую компоненту с интенсивностью 0,10 события в год и средним размером скачка 0,45 в логарифмах. Совокупное стандартное отклонение годового приращения логарифма цены составляет при этих значениях 0,33 против выборочных 0,47, и модель заметно спокойнее наблюдаемой истории. Расхождение принято сознательно, поскольку выборочная величина определяется единственным эпизодом 2021–2022 гг., и переносить его частоту на весь горизонт значило бы систематически завышать и доходы, и премию за гибкость. Перерасход сметы задаётся нормальным распределением со средним 1,15 и стандартным отклонением 0,20, усечённым снизу единицей, что соответствует диапазону, документированному для транспортных мегапроектов [Flyvbjerg et al., 2003; Ansar et al., 2016].

**8.3. Режимы и способ сравнения.** Оценивается приростный эффект третьего этапа относительно инерционного варианта, в котором вложения не производятся. Такое сравнение отделяет вопрос о ценности уже созданной инфраструктуры от вопроса о её расширении. Первый вопрос имеет однозначный ответ. При базовых параметрах действующий полигон даёт около 4,7 трлн руб. дисконтированного маржинального дохода за 2026–2060 гг. и ещё около 2,3 трлн руб. внетранспортных эффектов, то есть как действующий объект магистраль представляет собой актив вне зависимости от истории её создания. Спорным остаётся лишь второй вопрос, и именно он выносится в модель.

Траектория относится к одному из четырёх режимов по величинам  $\Delta S$  и  $\Delta E$ , где приращения берутся относительно инерционного варианта на той же ценовой траектории (табл. П5 Приложения). Режим «коммерческий актив» соответствует  $\Delta S > 0$ , режим «народнохозяйственный актив» условию  $\Delta S + \Delta E > 300$  млрд руб. при  $\Delta S \leq 0$ , режим «пассив» условию  $\Delta S + \Delta E < -300$  млрд руб., промежуточная полоса шириной  $\pm 300$  млрд руб. отнесена к нейтральному режиму.

## 9. Сценарии, стресс-тест и анализ чувствительности

**9.1. Сценарии.** Рассматриваются шесть вариантов, различающихся предположениями о вложениях, правиле доступа, темпе роста неугольного спроса, потенциале угольного экспорта и качестве реализации мощности. Первый вариант инерционный и служит базой сравнения. Второй воспроизводит третий этап при сохранении нынешних правил и нынешнего темпа роста неугольного спроса. Третий отличается от второго снижением угольной квоты до 0,35. Четвёртый добавляет ускоренный рост неугольного спроса за счёт освоения месторождений зоны и улучшение реализуемости мощности до 0,92. Пятый предполагает дополнительно развитие контейнерного и транзитного потока. Шестой описывает сжатие угольного экспорта до 58% нынешнего потенциала при сохранении прежних правил. Полный перечень параметров приведён в табл. П4 Приложения.

Каждый вариант просчитан на 10 000 стохастических траекторий с горизонтом 35 лет при реальной ставке 5% годовых. Результаты сведены в табл. 5 и показаны на рис. 3.

Таблица 5.

Распределение исходов в 10 000 симуляций по вариантам развития полигона

| Сценарий                        | Комм.<br>актив, % | Нар.-хоз.<br>актив, % | Нейтр.<br>% | Пассив<br>% | $\Delta S$ , медиана,<br>млрд руб. | $V_{2040}$ ,<br>млн т |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|-------------|------------------------------------|-----------------------|
| I. Инерционный                  | 0,0               | 0,0                   | 100,0       | 0,0         | 0                                  | 158,4                 |
| II. III этап, правила прежние   | 0,0               | 0,0                   | 0,6         | 99,4        | –2 120                             | 215,6                 |
| III. III этап, правила изменены | 0,0               | 0,0                   | 4,8         | 95,2        | –1 912                             | 215,6                 |
| IV. Ресурсная диверсификация    | 9,2               | 32,0                  | 35,1        | 23,7        | –657                               | 248,4                 |
| V. Транзитно-контейнерный       | 47,9              | 35,7                  | 13,6        | 2,8         | –32                                | 248,4                 |
| VI. Сжатие угольного экспорта   | 0,0               | 0,0                   | 0,0         | 100,0       | –2 500                             | 174,3                 |

Источник: расчёты автора, 10 000 траекторий на сценарий, горизонт 2026–2060 гг., реальная ставка 5% годовых. Приращения взяты относительно инерционного варианта на той же ценовой траектории. Децильные границы распределения  $\Delta S$  приведены в табл. П6 Приложения.

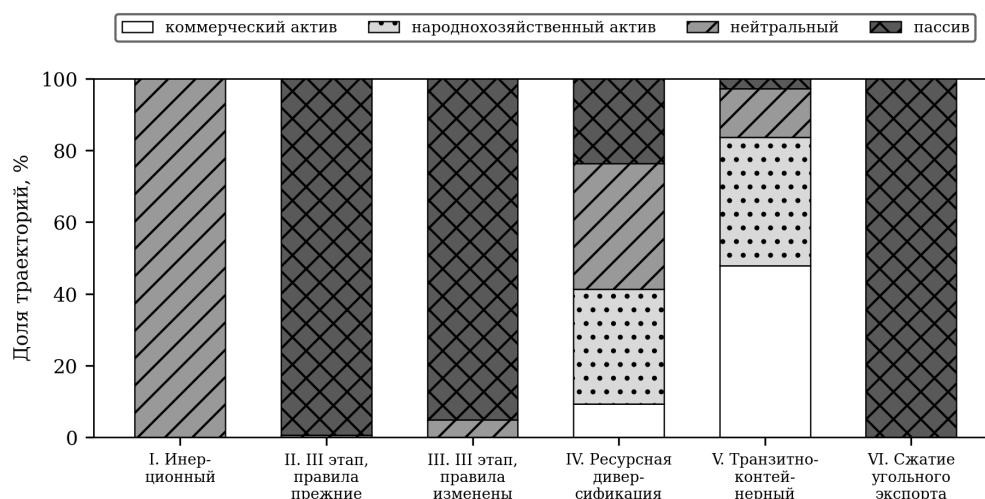


Рис. 3. Распределение исходов в 10 000 симуляций по шести сценариям. Источник данных: табл. 5.

Картина распадается надвое. При сохранении нынешней структуры грузовой базы третий этап оказывается в режиме «пассив» практически на всех траекториях, и смена правил доступа улучшает результат лишь незначительно, переводя долю неблагоприятных исходов с 99,4 до 95,2%. Напротив, варианты, в которых неугольный спрос растёт темпом 5,5–7,5% в год, дают качественно иной результат, при котором доля неблагоприятных исходов падает до 23,7 и 2,8% соответственно, а в транзитно-контейнерном варианте почти половина траекторий выходит на коммерческую окупаемость. Медианные траектории вывоза и структуры потока показаны на рис. 4.

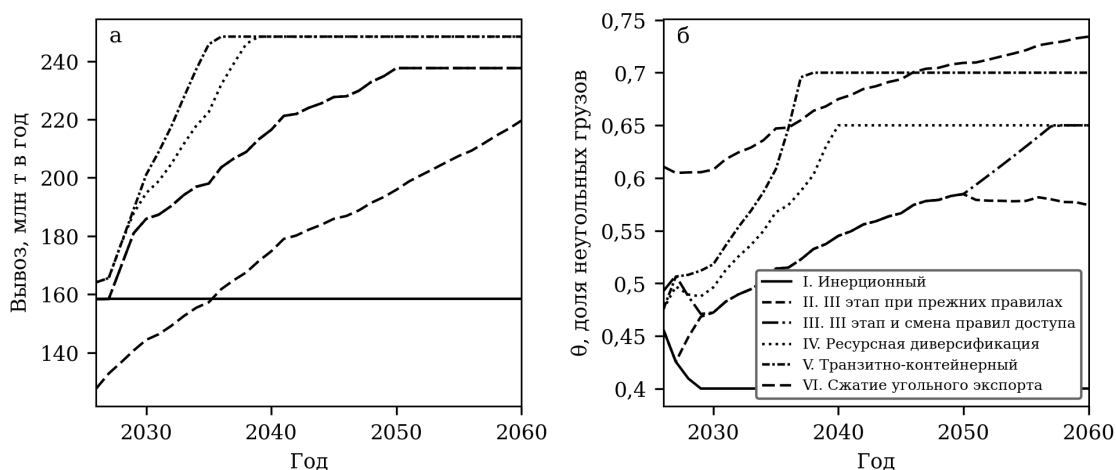


Рис. 4. Медианные траектории вывоза (а) и доли неугольных грузов (б) по шести сценариям, 2026–2060 гг. Источник данных: расчёты автора.

Сопоставление панелей рис. 4 объясняет, почему вложения во втором и третьем сценариях не окупаются. Физический поток растёт со 158 до 216 млн т к 2040 г., то есть осваивается около двух третей созданного прироста, а доля неугольных грузов поднимается с 0,40 до 0,55, что даёт средний маржинальный доход около 2,4 тыс. руб. с тонны. Дело здесь в распределении величин во времени. Мощность оплачивается в 2027–2033 гг. по цене 41,1 млрд руб. за 1 млн т, при том что дополнительный доход поступает с лагом в десять и более лет и нарастает постепенно. Дисконтирование этого разрыва во времени и составляет содержание отрицательного результата.

**9.2. Чувствительность.** Анализ чувствительности выявляет отчётливую иерархию факторов (рис. 5, табл. П7 Приложения).

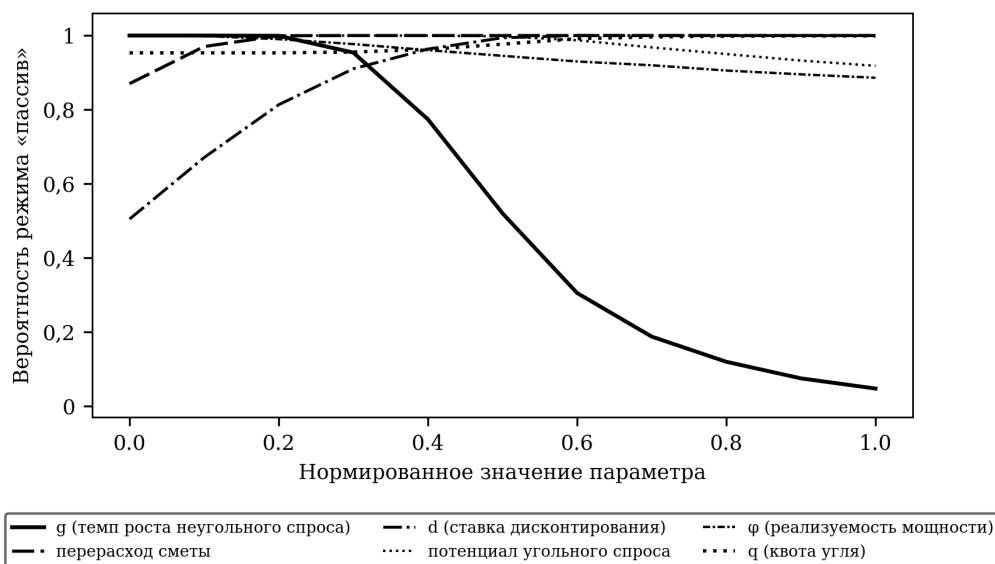


Рис. 5. Вероятность режима «пассив» как функция каждого из управляющих параметров при прочих равных. Источник данных: табл. П7.

Решающим параметром выступает темп роста неугольного спроса. При нулевом росте вероятность неблагоприятного исхода равна единице, при росте 10% в год она падает до 0,047, так что размах составляет 0,95. Второе место по размаху занимает ставка дисконтирования, снижение которой с 10 до 2% годовых уменьшает вероятность до 0,50. Перерасход сметы действует резко, но быстро насыщается, поскольку уже при превышении

сметы на 20% вероятность достигает единицы и далее не меняется. Потенциал угольного спроса и реализуемость мощности влияют умеренно, снижая вероятность с единицы до 0,92 и 0,89 соответственно.

Наиболее содержательный результат заключается в том, что квота угля  $q$  практически нейтральна по отношению к окупаемости капитальных вложений, так как при её изменении от 0,20 до 0,80 вероятность неблагоприятного исхода меняется в узком диапазоне от 0,95 до 1,00. Причина видна из формулы (4). По мере роста неугольного спроса величина  $K_t^e - D_t^o$  опускается ниже гарантированного минимума  $qK_t^e$ , после чего квота перестаёт быть связывающей при любом разумном её значении, и примерно с середины 2030-х годов сценарии II и III дают совпадающие физические потоки. Это подтверждает ту часть гипотезы 2, которая касается нейтральности правила доступа, и уточняет вывод разд. 7. Правило распределения действительно стоит около 31,5 млрд руб. в год при заданном потоке, что против годового аннуитета третьего этапа в 215,6 млрд руб. составляет около 15%, то есть заметную, но не решающую величину. Смена правил доступа улучшает использование уже созданной мощности, но не способна оправдать создание новой. Хозяйственное значение вывода прямое. Расширка институциональных ограничений имеет смысл сама по себе и не требует капитальной программы, тогда как капитальная программа не окупается перераспределением потока.

Стоит указать и на кажущееся несоответствие между рис. 5 и аналитическим условием следующего раздела. Формула окупаемости предполагает полное использование созданной мощности, тогда как в имитационной модели прирост осваивается постепенно и не полностью, причём к затратам добавляются содержание мощности и перерасход. Поэтому имитационная оценка систематически строже аналитической, и расхождение между ними как раз измеряет цену неполного освоения.

## 10. Граница режимов и стоимость отсрочки

**10.1. Аналитическое условие.** Условие окупаемости третьего этапа выводится в замкнутой форме. Требуемый маржинальный доход на тонну новой мощности равен аннуитету капитальных затрат, отнесённому к приросту мощности:

$$A(d, T) = \frac{C}{\Delta K} \cdot \frac{d}{1 - (1 + d)^{-T}}, \quad (8)$$

где  $C = 3700$  млрд руб.,  $\Delta K = 90$  млн т, а  $T = 40$  лет отвечает нормативному сроку службы созданной инфраструктуры, который длиннее имитационного горизонта разд. 9. Фактический маржинальный доход при доле неугольных грузов  $\theta$  составляет  $m(\theta) = (1 - \theta)m_c + \theta m_o$ . Условие  $m(\theta) \geq A(d, T)$  приводит к явной границе

$$\theta \geq \theta^*(d) = \frac{A(d, T) - m_c}{m_o - m_c}, \quad (9)$$

которая на интервале ставок от 2 до 10% годовых с высокой точностью аппроксимируется линейной функцией

$$\theta^* \approx 15,4 d - 0,232, \quad R^2 = 0,998. \quad (10)$$

Это подтверждает основное утверждение гипотезы 2. Карта режимов показана на рис. 6.

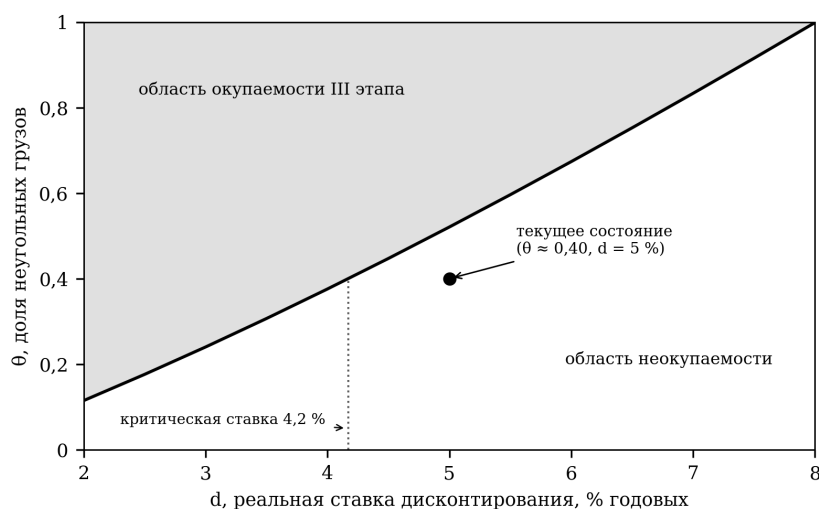


Рис. 6. Карта режимов в плоскости «реальная ставка дисконтирования, доля неугольных грузов». Источник данных: табл. П8.

Численные выводы из формулы (9) поддаются прямому прочтению. При нынешней структуре вывоза, в которой на неугольные грузы приходится около 40%, третий этап окупается лишь при реальной ставке ниже 4,2% годовых. Доведение доли неугольных грузов до 55% поднимает допустимую ставку до 5,2%, до 70% до 6,2%. При ставке 8% годовых условие требует практически полного вытеснения угля из потока, а при более высокой ставке не выполняется ни при какой структуре грузовой базы, поскольку требуемый маржинальный доход превышает доходность самого выгодного из перевозимых грузов. Аннуитет капитальных затрат при ставке 5% и сроке 40 лет составляет 215,6 млрд руб. в год, что требует 2 396 руб. маржинального дохода с каждой тонны новой мощности при нынешнем среднем уровне около 2 130 руб.

Формула (9) и есть то условие окупаемости, которое вынесено в заглавие. Спор об активе и пассиве оказывается в действительности спором о двух числах. Сторонники расширения неявно исходят из низкой общественной ставки дисконтирования и оптимистичного прогноза структуры грузопотока, противники из высокой ставки и сохранения угольной специализации. Оба набора предположений внутренне непротиворечивы, и выбор между ними лежит вне транспортной экономики.

**10.2. Стоимость отсрочки.** Решение 2025 г. о переносе третьего этапа допускает прочтение в терминах теории реальных опционов. Строительство необратимо, будущий спрос неопределён, и решение можно отложить. В таких условиях правило чистой приведённой стоимости систематически занижает ценность ожидания [Dixit, Pindyck, 1994].

Сопоставлены две стратегии. Первая предполагает жёсткий график вложений независимо от состояния рынка. Вторая допускает отсрочку до восьми лет и запускает строительство лишь после того, как двухлетняя средняя котировка превысит 125 долл./т, после чего ценовой сигнал можно считать подтверждённым. Расчёт на 10 000 траекторий даёт следующее. Жёсткий график приносит в среднем –2 167 млрд руб. приростного результата, гибкая стратегия –1 602 млрд руб., так что премия за гибкость составляет около 564 млрд руб., или примерно 15% стоимости самой программы. Строительство при этом запускается в 83,8% траекторий, так что отсрочка означает ожидание и отказом не является.

Первое следствие подтверждается. Практический вывод состоит в том, что перенос сроков, обычно описываемый как вынужденная мера бюджетного характера, обладает самостоятельной хозяйственной ценностью, которую следует учитывать при оценке качества управленческого решения. Оговорка при этом необходима, так как расчёт предполагает, что издержки строительства не растут за время ожидания быстрее общего уровня цен, и при высокой строительной инфляции премия за гибкость сокращается.

## 11. Внетранспортные эффекты и их пороговая величина

Рассуждение об оборонном, геополитическом и социальном значении магистрали обычно ведётся в качественных терминах и потому не соединяется с финансовым счётом. Модель позволяет соединить их, поставив вопрос о том, какой величины должны быть внутранспортные эффекты, чтобы третий этап оправдался. Ответ получается делением ожидаемого дефицита на дисконтированный прирост вывоза (табл. 6).

Таблица 6.

Пороговое значение внутранспортного эффекта по вариантам развития

| Сценарий                        | $\Delta S$ , среднее,<br>млрд руб. | $\Delta V$ дисконт.,<br>млн т | Порог $e^*$ ,<br>руб./т |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| II. III этап, правила прежние   | –2 167                             | 598                           | 3 620                   |
| III. III этап, правила изменены | –1 953                             | 598                           | 3 264                   |
| IV. Ресурсная диверсификация    | –705                               | 921                           | 766                     |
| V. Транзитно-контейнерный       | –91                                | 1 031                         | 89                      |
| VI. Сжатие угольного экспорта   | –2 545                             | 122                           | 20 853                  |

Источник: расчёты автора. Порог  $e^*$  показывает величину внутранспортного эффекта на дополнительно вывезенную тонну, при которой приростный результат сценария обращается в ноль.

Полученные величины позволяют высказаться содержательно. В сценарии II внутранспортные эффекты должны составлять 3 620 руб. на дополнительно вывезенную тонну, что почти втрое превышает маржинальный доход перевозчика от угольной тонны и потому выглядит малоправдоподобно. В ресурсном сценарии порог опускается до 766 руб., что уже сопоставимо с разумными оценками налоговой и региональной отдачи, а в транзитно-контейнерном составляет 89 руб. и покрывается практически любым правдоподобным предположением. В сценарии сжатия угольного экспорта порог достигает 20 853 руб. на тонну, что означает несовместимость такого сочетания с любыми хозяйственными аргументами.

Отдельного разбора требует оборонная сторона дела. Строительство БАМа в 1970-е гг. мотивировалось, в частности, удалённостью северного хода от государственной границы, при том что Транссиб на значительном протяжении проходит вблизи неё. Наличие второго независимого выхода к Тихому океану обладает ценностью, которая по своей природе есть ценность страховки и потому проявляется лишь в маловероятных состояниях мира. Формально она входит в величину  $e$  вместе с налоговой и региональной отдачей, и модель показывает, что при нынешней структуре грузовой базы весь внутранспортный эффект должен был бы достигать 3,6 тыс. руб. с каждой дополнительной тонны, тогда как при диверсифицированной структуре достаточно 0,8 тыс. руб. Оборонная компонента составляет лишь часть этой величины, и требование, чтобы она одна покрывала порог, из расчёта не следует. Дублирование дорого обходится тогда, когда дублирующий контур загружен низкодоходным грузом.

Социальная сторона поддаётся сходному счёту. Города зоны магистрали переживают устойчивый отток населения, и поддержание их существования требует расходов, которые в транспортном балансе не отражаются. Утверждение, что магистраль сформировала здешнюю систему расселения, верно исторически, однако из него не следует, что расширение магистрали закрепит расселение. Опыт 1990-х годов показывает обратное. Население покидало зону при работающей дороге, так как рабочих мест в самой зоне не было. Это согласуется с выводами литературы о том, что улучшение связности само по себе способно ускорять отток с периферии [Faber, 2014].

## 12. Варианты будущего использования

Разбор возможных траекторий полезно вести по степени их зависимости от внешних обстоятельств, начиная с тех, которые в наибольшей мере поддаются решениям внутри страны, и заканчивая теми, которые определяются мировой конъюнктурой. Пять рассматриваемых ниже контуров не исключают друг друга и в разных сочетаниях отвечают сценариям разд. 9.

**12.1. Ресурсный контур.** Наиболее прямая возможность состоит в достройке того хозяйственного контура, который был заложен в первоначальном замысле. Удоканское медное месторождение, Чинейское титаномagnetитовое, Озёрное полиметаллическое, Эльгинское угольное и якутские золоторудные объекты расположены в зоне тяготения магистрали, а совокупный минерально-сырьевой потенциал зоны оценивается величиной порядка 900 млрд долл. [РИА Новости, 2024]. Оценка такого рода фиксирует запасы в недрах и потому мало говорит о том, какая их часть рентабельна при нынешних ценах и издержках освоения. Отметим, что медь, полиметаллы и концентраты относятся к грузам с доходностью, близкой к средней по сети, и потому улучшают структуру потока. Расчёт по сценарию IV показывает, что такой переход снижает вероятность неблагоприятного исхода вчетверо, причём вклад дают и ускорение роста неугольного спроса, и сопутствующее ему улучшение реализуемости мощности. Ограничением выступают сроки освоения месторождений и доступность капитала, между тем как транспорт здесь связывающим ограничением уже не выступает.

**12.2. Контейнерный и транзитный контур.** Контейнерный поток обладает наивысшей доходностью на тонну и наименьшей зависимостью от сырьевой конъюнктуры. Вместе с тем он в наибольшей степени страдает от нынешнего правила доступа, так как именно контейнеры составляют основную часть вытесняемого объёма. Сценарий V показывает, что при темпе роста около 7,5% в год этот контур способен вывести третий этап в область коммерческой окупаемости. Реализуемость такого темпа зависит от факторов, лежащих вне транспортной системы: от состояния внешней торговли, работы пограничных переходов и конкуренции с морским маршрутом.

**12.3. Взаимодействие с Северным морским путём.** Грузопоток по Севморпути составил около 37 млн т в 2025 г. и продолжает расти [Интерфакс, 2026б]. Соотношение двух коридоров чаще описывается как конкуренция, однако точнее говорить о взаимном дополнении. Морской маршрут выигрывает на массовых партиях от арктических месторождений, железнодорожный на разнородном потоке из внутренних районов. Отказ от Северо-Сибирской магистрали, строительство которой в конце 2025 г. признано нецелесообразным при оценках стоимости, выросших с 8 трлн руб. до величин иного порядка [Лента.ру, 2025], оставляет БАМ единственным северным сухопутным ходом и тем самым повышает ценность уже существующего объекта.

**12.4. Частные линии как ориентир.** Опыт Тихоокеанской железной дороги заслуживает внимания как ориентир по удельной стоимости и срокам. Специализированная линия под конкретный грузопоток, построенная менее чем за три года, показывает существование альтернативы крупной универсальной программе. Пределы такой модели очевидны, ведь однородная линия под одного отправителя не решает задачи связности территории и уязвима к судьбе одного месторождения. Разумный вывод относится к сопоставлению удельных издержек при выборе конфигурации сети.

**12.5. Комплексное развитие территории.** Наконец, сохраняется вариант, наиболее близкий к первоначальному замыслу и наименее вероятный, при котором согласованно развиваются добыча, переработка, энергетика и расселение, дорога получает грузовую базу, а территория получает хозяйственное содержание. Опыт советского периода показывает, что такая конструкция требует одновременности, ведь реализация, начатая с дороги, оставляет мощность без спроса на десятилетия, а опыт последних лет добавляет, что при нынешней

стоимости капитала одновременность требует источников финансирования, отличных от инвестиционной программы перевозчика.

### **13. Экономическая интерпретация результатов**

**13.1. Модель в свете теории.** Центральный формальный результат работы, условие (9), представляет собой частный случай общего утверждения о том, что ценность мощности определяется произведением её загрузки на удельную доходность загружающего потока. В этом виде результат не нов и восходит к классической постановке об общественной экономии [Fogel, 1964]. Новизна состоит в том, что условие выписано для конкретного объекта в наблюдаемых параметрах и потому допускает прямую проверку.

Второй результат, нейтральность правила распределения по отношению к окупаемости расширения при значимости темпа роста спроса, соответствует давнему различию между распределительными и созидательными мерами хозяйственной политики. Перераспределение дефицитной мощности приносит выигрыш немедленно и недорого, однако в масштабе капитальной программы он мал, в то время как расширение грузовой базы меняет саму величину, подлежащую распределению. Этот результат перекликается с выводом предыдущей работы автора о нейтральности централизации решений при значимости качества кадрового отбора [Сухомлинов, 2026а]. В обоих случаях параметр, наиболее заметный в управленческой практике и наиболее обсуждаемый, оказывается второстепенным по влиянию на устойчивость системы.

Третий результат, положительная стоимость отсрочки, подтверждает применимость опционного подхода к инфраструктуре. Показательно, что в модели оптимальным оказывается именно ожидание, причём строительство запускается на подавляющем большинстве траекторий, так что отмена программы оптимальной не становится. Различие между отказом и ожиданием здесь принципиально, ведь в публичном обсуждении перенос сроков регулярно трактуется как отказ.

**13.2. Модель в зеркале истории.** Откалиброванная модель даёт формальное выражение той оценки советского эпизода, которая давно высказана историками хозяйства в качественной форме. Дорога, построенная без хозяйственного контура, попадает в область, где мощность существует, спрос отсутствует, и приростный результат отрицателен при любой ставке. Расчёт показывает, что в такой конфигурации выход из отрицательной области требует появления грузовой базы, тогда как достройка самой дороги положения не меняет. Тем самым получает подтверждение представление тех, кто относил трудности БАМа к незавершённости замысла и не считал ошибочным сам замысел.

Сопоставление с 2022 г. поучительно с обратным знаком. Разворот внешней торговли показал, что созданная ранее мощность обладает опционной ценностью, реализуемой в редком, но крупном событии, и магистраль, десятилетиями считавшаяся убыточной, оказалась в нужный момент единственной физической возможностью. Это служит сильнейшим аргументом в пользу учёта опционной компоненты, однако требует и осторожности, так как однажды реализовавшаяся ценность созданной мощности ничего не говорит о ценности следующей её порции.

**13.3. Значение для хозяйственной политики.** Практические выводы формулируются коротко, и первый из них относится к очерёдности. Меры, повышающие коэффициент реализации уже созданной мощности, среди которых расшивка подходов, работа портов, организация движения и правила доступа, требуют затрат, несопоставимо меньших, чем магистральное строительство, и дают отдачу немедленно. Расчёт показывает, что доведение коэффициента реализации с 0,88 до 0,92 при неизменной инфраструктуре эквивалентно вводу примерно 7,2 млн т мощности, то есть работам стоимостью около 296 млрд руб. по нормативам третьего этапа. Организационные меры такого масштаба обходятся в единицы и первые десятки миллиардов рублей, что подтверждает второе следствие и задаёт

естественную очерёдность действий.

Второй вывод касается критерия оценки. Показатель провозной способности, удобный для отчётности, перестал совпадать с показателем реализуемого потока, и разрыв между ними достиг величины, сопоставимой с результатом целого этапа модернизации. Целесообразно перейти к оценке по фактическому вывозу с явной фиксацией коэффициента реализации, ибо в противном случае система управления оптимизирует величину, которая уже не связана с хозяйственным результатом.

Третий вывод относится к структуре грузовой базы. Расчёт показывает, что доля неугольных грузов входит в условие окупаемости линейно и с большим весом. Политика, ориентированная на сохранение угольного приоритета, тем самым прямо удорожает капитальную программу, требуя более низкой ставки дисконтирования для её оправдания. Это наблюдение не содержит суждения о желательности поддержки угольной отрасли, оно лишь указывает цену такой поддержки в терминах инфраструктурного решения.

#### 14. Заключение

Работа переводит спор о хозяйственной роли Байкало-Амурской магистрали в проверяемую форму, для чего вопрос об активе и пассиве заменяется вопросом о положении объекта относительно вычислимой границы. Полученные результаты сводятся к следующему, а в табл. П9 Приложения показано, какие из выдвинутых утверждений эти результаты подтверждают.

Документировано и статистически подтверждено расхождение между нормативной провозной способностью Восточного полигона и фактическим вывозом, скачком возникшее в 2023 г. и удерживающееся на уровне 21–24 млн т в год. Эндогенный перебор датирует структурный сдвиг 2023 годом, оценка сдвига составляет 15,4 млн т при коэффициенте передачи мощности 0,93 и устойчива к допущениям о реконструкции ранних лет ряда. Разбор четырёх классов объяснений показывает, что около двух третей разрыва 2023 г. отнесено к учётным и технологическим причинам самим перевозчиком, ещё около трети объясняется снижением средней массы поезда при частичном пересечении этих классов, а экономическое объяснение через сжатие спроса данными 2023–2025 гг. не поддерживается. Удельная стоимость прироста провозной способности выросла в сопоставимых ценах в 2,4 раза за три этапа модернизации, достигнув 41,1 млрд руб. на 1 млн т годовой мощности, тогда как частная специализированная линия обошлась в 4,9 млрд руб. на ту же единицу. Мощность, следовательно, перестала быть дефицитом и одновременно подорожала (гипотеза 1).

Выведено линейное условие окупаемости третьего этапа в плоскости «реальная ставка дисконтирования, доля неугольных грузов», имеющее вид  $\theta \geq 15,4d - 0,232$ . При нынешней структуре грузовой базы критическая ставка составляет около 4,2% годовых, а при ставке выше 8% условие невыполнимо ни при какой структуре. Вероятность неблагоприятного исхода определяется прежде всего темпом роста неугольного спроса, затем ставкой дисконтирования и перерасходом сметы, при том что правило распределения дефицитной мощности почти нейтрально, несмотря на его годовую цену порядка 31,5 млрд руб. Решающими, таким образом, оказываются ставка и структура груза (гипотеза 2).

Стоимость права отложить третий этап составляет около 564 млрд руб. при вероятности последующего запуска строительства 83,8%, что позволяет трактовать решение 2025 г. как реализацию опциона ожидания (следствие 1). Повышение коэффициента реализации мощности с 0,88 до 0,92 эквивалентно вводу около 7,2 млн т провозной способности, то есть работам стоимостью около 296 млрд руб. по нормативам третьего этапа, при том что организационные меры такого масштаба обходятся несопоставимо дешевле. Отсюда и вытекает очерёдность мероприятий (следствие 2).

Общий ответ на вопрос о хозяйственной роли магистрали состоит в следующем. Как

действующий объект Восточный полигон работает как актив, давая положительный маржинальный результат и обладая доказанной опционной ценностью, которая реализовалась в 2022 г. Как объект расширения он при нынешней структуре грузовой базы и при обычных для инфраструктуры ставках уверенно располагается в области пассива, а к границе приближается лишь в тех сценариях, где неугольный спрос растёт темпом 5,5% в год и выше. Само положение границы определяется двумя величинами, лежащими вне транспортной экономики, а именно общественной нормой дисконтирования и структурой будущего грузопотока. Спор об активе и пассиве тем самым есть спор о значениях этих двух величин, и он разрешим только вместе с ними.

Ограничения работы следует обозначить явно. Во-первых, ряды коротки, а часть раннего участка восстановлена, что задаёт естественные пределы точности эконометрических оценок. Во-вторых, маржинальная доходность грузов задана двумя средними величинами, хотя реальная тарифная система дифференцирована по десяткам позиций и расстояний. В-третьих, внетранспортный эффект задан линейно по объёму вывоза, что огрубляет его природу, так как оборонная и страховая компоненты по существу не пропорциональны потоку. В-четвёртых, спрос на неугольные грузы задан экзогенным темпом, между тем как в действительности он зависит от тарифов и от состояния мировой торговли. В-пятых, стоимость строительства принята постоянной в реальном выражении, что при высокой строительной инфляции занижает оценку затрат и завышает премию за гибкость.

Перспективные направления развития включают эндогенизацию неугольного спроса через тарифную функцию, введение пространственной структуры полигона с явным выделением узких мест, оценку модели на материале сопоставимых зарубежных коридоров и построение совместной модели железнодорожного и арктического маршрутов. Главный методологический результат работы состоит в том, что вопрос о природе инфраструктурного объекта допускает точную постановку. Объект не является активом или пассивом по своей природе, он занимает то или иное положение относительно вычислимой границы, и задача хозяйственной политики состоит в том, чтобы знать это положение и понимать, какие решения его меняют.

### **Доступность данных и кода**

Полный код имитационной модели (модули `data.py`, `sim.py`, `make_figs.py`), файл результатов `results.json` и графические материалы, воспроизводящие все таблицы и рисунки статьи, размещены в открытом репозитории Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.22274133>. Все расчёты выполнены с фиксированным зерном генератора случайных чисел и воспроизводимы построчно.

### **Литература**

- Аганбегян А.Г. Экономика России на распутье... Выбор посткризисного пространства. М.: АСТ; Астрель, 2010. 379 с.
- Бандман М.К. Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
- Бляхер Л.Е. Трудности освоения // Огонёк. 2019. 1 июля. № 25. С. 13.
- Ведомости. Утверждён третий этап модернизации БАМа и Транссиба на 3,7 трлн рублей. 2024. 2 мая. URL: <https://www.vedomosti.ru/strana/siberian/articles/2024/05/02/1035157-modernizatsii-bam-transsiba> (дата обращения: 02.09.2026).
- Ведомости. Убытки угольной отрасли превысили 300 млрд рублей в 2025 году. 2025а. 11 декабря. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2025/12/11/1162540-ubitki-ugolnoi-otrasli> (дата обращения: 02.09.2026).
- Ведомости. Инвестпрограмма РЖД сократится на 20% в 2026 году. 2025б. 29 декабря. URL:

- <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2025/12/29/1167319-investprogramma-rzhd-sokratitsya> (дата обращения: 02.09.2026).
- Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. 4-е изд. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. 495 с.
- Интерфакс. Правительство утвердило III этап модернизации Восточного полигона РЖД. 2024. 30 апреля. URL: <https://www.interfax.ru/business/958696> (дата обращения: 02.09.2026).
- Интерфакс. РЖД и Кузбасс заключили соглашение о вывозе 55 млн т угля на экспорт на восток в 2026 году. 2026а. URL: <https://www.interfax.ru/business/1073603> (дата обращения: 02.09.2026).
- Интерфакс. «Росатом» отметил рост грузопотока по Севморпути с начала года на 16–17%. 2026б. 25 августа. URL: <https://www.interfax.ru/russia/1111186> (дата обращения: 02.09.2026).
- Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. М.: Мысль, 1969. 336 с.
- Коммерсантъ. Восточному полигону добавят путей. 2023. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5547090> (дата обращения: 02.09.2026).
- Коммерсантъ. ОАО «РЖД» не сможет выполнить план по перевозкам на Восточном полигоне в этом году. 2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7139653> (дата обращения: 02.09.2026).
- Коммерсантъ. При сохранении приоритета угля в 2025 году не будет вывезено 14,3 млн тонн грузов. 2025. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7380656> (дата обращения: 02.09.2026).
- Коммерсантъ. Тихоокеанская железная дорога: частный проект, который изменил экспорт угля из Якутии. 2026. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8006548> (дата обращения: 02.09.2026).
- Латов Ю.В. Полупровал или полууспех? Размышления над дискурсами о сталинской индустриализации // Мир России. 2024. Т. 33, № 2. С. 183–201.
- Лента.ру. В России могут отказаться от строительства Северо-Сибирской магистрали. 2025. 3 декабря. URL: <https://lenta.ru/news/2025/12/03/v-rossii-mogut-otkazatsya-ot-stroitelstva-severo-sibirskoy-magistrali-za-50-trillionov-rublej-ideyu-o-ee-sozdanii-predlozhit-putin/> (дата обращения: 02.09.2026).
- Минакир П.А. Экономика регионов. Дальний Восток. М.: Экономика, 2006. 848 с.
- Минтранс России. Провозная способность Восточного железнодорожного полигона за десятилетие удвоится. 2021. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/10364> (дата обращения: 02.09.2026).
- ПортНьюс. РЖД и Кузбасс договорились о вывозе в 2025 году 54,1 млн тонн экспортного угля. 2025а. URL: <https://portnews.ru/news/372535/> (дата обращения: 02.09.2026).
- ПортНьюс. РЖД установили рекорд экспортных перевозок угля в восточном направлении. 2025б. URL: <https://portnews.ru/news/385897/> (дата обращения: 02.09.2026).
- Радио Свобода. Байкало-Амурская магистраль в надежде на будущую рентабельность. 2014. URL: <https://www.svoboda.org/a/25448589.html> (дата обращения: 02.09.2026).
- РБК. РЖД отложат строительство нового этапа Восточного полигона минимум на год. 2025. 23 июня. URL: <https://www.rbc.ru/business/23/06/2025/68555d929a7947107644a5b5> (дата обращения: 02.09.2026).
- РЖД-Партнёр. Восточный полигон больших надежд. 2023. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/vostochnyy-poligon-bolshikh-nadezhd/> (дата обращения: 02.09.2026).
- РЖД-Партнёр. Каждый третий грузовой поезд на Восточном полигоне тяжеловесный. 2026. 23 июня. URL: <https://www.rzd-partner.ru/> (дата обращения: 02.09.2026).
- РИА Новости. Байкало-Амурская магистраль: история строительства. Справка. 2009. 27 апреля. URL: <https://ria.ru/20090427/169317712.html> (дата обращения: 02.09.2026).
- РИА Новости. Байкало-Амурская магистраль (БАМ). 2024. 8 июля. URL: <https://ria.ru/20240708/bam-1957688449.html> (дата обращения: 02.09.2026).
- Сухомлинов В.В. Имитационная модель устойчивости многоукладной экономики. Препринт. Zenodo, 2026а. DOI: 10.5281/zenodo.21382694.
- Сухомлинов В.В. Двухконтурная экономика: философско-исторические основания, теоретические модели и отличие от системы кредитных денег. Препринт. Zenodo, 2026б. DOI: 10.5281/zenodo.21490097.
- Сухомлинов В.В. Пределы полной автоматизации производства. Провал концепции Alien Dreadnought и системные основания гибридных производственных архитектур. Препринт. Zenodo, 2026в.

- Усов П. Полигон неопределённости. 180 миллионов тонн не приехали: почему Восточный полигон не дотягивает до планов // EastRussia. 2026. 17 марта. URL: <https://www.eastrussia.ru/material/poligon-neopredelennosti/> (дата обращения: 02.09.2026).
- Ханин Г.И. Экономика СССР в годы первой пятилетки. Новосибирск: СибАГС, 2023. 306 с.
- Хусаинов Ф.И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте. М.: Наука, 2012. 192 с.
- Хусаинов Ф.И. Тарифы на перевозки угля: дискриминация или субсидия? Материалы к обсуждению. М.: НИУ ВШЭ, 2025. URL: <https://ur.hse.ru/> (дата обращения: 02.09.2026).
- Черкесов В. Лучшая дорога нашей жизни // Словесница искусств. 2019. № 2. URL: <http://www.slovoart.ru/node/2498> (дата обращения: 03.09.2026).
- Шилов А. Интервью заместителя генерального директора ОАО «РЖД» о перевозках грузов по Восточному полигону // Коммерсантъ. 2024. 6 февраля. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6551736> (дата обращения: 02.09.2026).
- Andrews D.W.K. Tests for Parameter Instability and Structural Change with Unknown Change Point // *Econometrica*. 1993. Vol. 61, no. 4. P. 821–856.
- Ansar A., Flyvbjerg B., Budzier A., Lunn D. Does Infrastructure Investment Lead to Economic Growth or Economic Fragility? Evidence from China // *Oxford Review of Economic Policy*. 2016. Vol. 32, no. 3. P. 360–390.
- Aschauer D.A. Is Public Expenditure Productive? // *Journal of Monetary Economics*. 1989. Vol. 23, no. 2. P. 177–200.
- Baum-Snow N., Henderson J.V., Turner M.A., Zhang Q., Brandt L. Does Investment in National Highways Help or Hurt Hinterland City Growth? // *Journal of Urban Economics*. 2020. Vol. 115. Art. 103124.
- Chow G.C. Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions // *Econometrica*. 1960. Vol. 28, no. 3. P. 591–605.
- Dixit A.K., Pindyck R.S. *Investment under Uncertainty*. Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
- Donaldson D. Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure // *American Economic Review*. 2018. Vol. 108, no. 4–5. P. 899–934.
- Donaldson D., Hornbeck R. Railroads and American Economic Growth: A «Market Access» Approach // *The Quarterly Journal of Economics*. 2016. Vol. 131, no. 2. P. 799–858.
- Faber B. Trade Integration, Market Size, and Industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System // *The Review of Economic Studies*. 2014. Vol. 81, no. 3. P. 1046–1070.
- Fishlow A. *American Railroads and the Transformation of the Ante-Bellum Economy*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965. 452 p.
- Flyvbjerg B. What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview // *Project Management Journal*. 2014. Vol. 45, no. 2. P. 6–19.
- Flyvbjerg B., Bruzelius N., Rothengatter W. *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 207 p.
- Fogel R.W. *Railroads and American Economic Growth: Essays in Econometric History*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1964. 296 p.
- McDonald R., Siegel D. The Value of Waiting to Invest // *The Quarterly Journal of Economics*. 1986. Vol. 101, no. 4. P. 707–728.
- Merton R.C. Option Pricing When Underlying Stock Returns Are Discontinuous // *Journal of Financial Economics*. 1976. Vol. 3, no. 1–2. P. 125–144.
- Munnell A.H. Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth // *Journal of Economic Perspectives*. 1992. Vol. 6, no. 4. P. 189–198.
- Schwartz E.S. The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging // *The Journal of Finance*. 1997. Vol. 52, no. 3. P. 923–973.
- World Bank. *Commodity Markets Outlook: Pink Sheet Data*. Washington, DC: The World Bank, 2026. URL: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> (дата обращения: 02.09.2026).

## Приложение. Исходные данные, используемые в расчётах

Таблица П1.

Полный ряд провозной способности, вывоза и котировок, 2013–2025 гг.

| Год  | Мощность<br><i>K</i> , млн т | Вывоз<br><i>V</i> , млн т | Разрыв<br>млн т | Реализация<br><i>u</i> | Котировка<br><i>p</i> , долл./т |
|------|------------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|
| 2013 | 90,0                         | 88,2                      | 1,8             | 0,980                  | 84                              |
| 2014 | 96,8                         | 94,9                      | 1,9             | 0,980                  | 71                              |
| 2015 | 103,5                        | 101,4                     | 2,1             | 0,980                  | 59                              |
| 2016 | 110,3                        | 108,1                     | 2,2             | 0,980                  | 66                              |
| 2017 | 117,0                        | 114,7                     | 2,3             | 0,980                  | 88                              |
| 2018 | 123,8                        | 121,3                     | 2,5             | 0,980                  | 107                             |
| 2019 | 130,5                        | 127,9                     | 2,6             | 0,980                  | 78                              |
| 2020 | 137,3                        | 134,6                     | 2,7             | 0,980                  | 61                              |
| 2021 | 144,0                        | 141,1                     | 2,9             | 0,980                  | 138                             |
| 2022 | 158,0                        | 148,8                     | 9,2             | 0,942                  | 345                             |
| 2023 | 173,0                        | 150,5                     | 22,5            | 0,870                  | 173                             |
| 2024 | 180,0                        | 156,0                     | 24,0            | 0,867                  | 136                             |
| 2025 | 180,0                        | 159,0                     | 21,0            | 0,883                  | 108                             |

Документированными являются значения мощности за 2013, 2021–2025 гг. и значения вывоза за 2022–2025 гг. Остальные значения восстановлены, порядок восстановления описан в разд. 5. Котировки соответствуют годовым средним по позиции Coal, Australian [World Bank, 2026].

Таблица П2.

Параметры имитационной модели и их значения

| Символ           | Содержание                                           | Базовое значение |
|------------------|------------------------------------------------------|------------------|
| $\varphi$        | Коэффициент реализации нормативной мощности          | 0,88             |
| $q$              | Доля мощности, закреплённая за углём                 | 0,60             |
| $g$              | Темп роста неугольного спроса до 2040 г.             | 0,030            |
| $m_c$            | Маржинальный доход на тонну угля, тыс. руб.          | 1,25             |
| $m_o$            | Маржинальный доход на тонну прочих грузов, тыс. руб. | 3,45             |
| $f$              | Содержание мощности, тыс. руб. на тонну в год        | 0,40             |
| $e$              | Внетранспортный эффект, тыс. руб. на тонну вывоза    | 0,90             |
| $d$              | Реальная ставка дисконтирования                      | 0,05             |
| $D_{\max}^c$     | Потенциал угольного спроса, млн т                    | 130,0            |
| $D_0^o$          | Предъявленный неугольный спрос 2025 г., млн т        | 78,0             |
| $p^*$            | Порог безубыточности дальней перевозки, долл./т      | 95,0             |
| $s$              | Ширина переходной зоны угольного спроса, долл./т     | 22,0             |
| $\kappa, \sigma$ | Скорость возврата и волатильность процесса цены      | 0,30; 0,28       |
| $\lambda$        | Интенсивность ценовых скачков, событий в год         | 0,10             |

Источник: калибровка автора по данным разд. 5 и 7.

Таблица ПЗ.

Устойчивость оценок модели (1) к допущению об исходном коэффициенте реализации

| Допущение $u_0$ | $\beta$ | $\gamma$ | $p$ для $\gamma$ | $R^2$ |
|-----------------|---------|----------|------------------|-------|
| 0,95            | 0,939   | −12,87   | < 0,001          | 0,999 |
| 0,98            | 0,928   | −15,41   | < 0,001          | 0,996 |
| 1,00            | 0,921   | −17,09   | < 0,001          | 0,992 |

Источник: расчёты автора. Знак, величина и значимость сдвига сохраняются во всех настройках.

Таблица П4.

Спецификация сценариев

| Сценарий                        | Вложения | $q$  | $g$   | $D_{\max}^c$ | $\varphi$ |
|---------------------------------|----------|------|-------|--------------|-----------|
| I. Инерционный                  | нет      | 0,60 | 0,030 | 130          | 0,88      |
| II. III этап, правила прежние   | да       | 0,60 | 0,030 | 130          | 0,88      |
| III. III этап, правила изменены | да       | 0,35 | 0,030 | 130          | 0,88      |
| IV. Ресурсная диверсификация    | да       | 0,35 | 0,055 | 130          | 0,92      |
| V. Транзитно-контейнерный       | да       | 0,30 | 0,075 | 130          | 0,92      |
| VI. Сжатие угольного экспорта   | да       | 0,60 | 0,030 | 75           | 0,88      |

Источник: построение автора. График вложений третьего этапа принят равномерным на 2027–2033 гг. с учётом объявленного в 2025 г. переноса начала работ; ввод мощности следует за вложениями с годовым лагом.

Таблица П5.

Пороговые значения для отнесения траектории к режиму

| Условие                                                   | Режим                      |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| $\Delta S > 0$                                            | Коммерческий актив         |
| $\Delta S \leq 0$ и $\Delta S + \Delta E > 300$ млрд руб. | Народнохозяйственный актив |
| $ \Delta S + \Delta E  \leq 300$ млрд руб.                | Нейтральный                |
| $\Delta S + \Delta E < -300$ млрд руб.                    | Пассив                     |

Приращения берутся относительно инерционного сценария на той же ценовой траектории.

Таблица П6.

Распределение приростного результата  $\Delta S$  по сценариям (млрд руб.) и медианная доля неугольных грузов к 2040 г.

| Сценарий                        | Дециль 0,1 | Медиана | Дециль 0,9 | $\theta_{2040}$ |
|---------------------------------|------------|---------|------------|-----------------|
| II. III этап, правила прежние   | −2 951     | −2 120  | −1 435     | 0,547           |
| III. III этап, правила изменены | −2 772     | −1 912  | −1 178     | 0,547           |
| IV. Ресурсная диверсификация    | −1 457     | −657    | −19        | 0,650           |
| V. Транзитно-контейнерный       | −794       | −32     | 537        | 0,700           |
| VI. Сжатие угольного экспорта   | −3 317     | −2 500  | −1 836     | 0,677           |

Источник: расчёты автора, 10 000 траекторий на сценарий.

Таблица П7.

Исходные данные для рис. 5: вероятность режима «пассив» как функция управляющих параметров

| Норм. | $g$   | Перерасход | $d$   | $D_{\max}^c$ | $\varphi$ | $q$   |
|-------|-------|------------|-------|--------------|-----------|-------|
| 0,0   | 1,000 | 0,870      | 0,504 | 1,000        | 1,000     | 0,953 |
| 0,1   | 1,000 | 0,970      | 0,670 | 1,000        | 0,999     | 0,953 |
| 0,2   | 0,999 | 1,000      | 0,813 | 1,000        | 0,990     | 0,953 |
| 0,3   | 0,954 | 1,000      | 0,910 | 1,000        | 0,977     | 0,956 |
| 0,4   | 0,774 | 1,000      | 0,964 | 1,000        | 0,961     | 0,963 |
| 0,5   | 0,520 | 1,000      | 0,994 | 0,998        | 0,945     | 0,977 |
| 0,6   | 0,305 | 1,000      | 1,000 | 0,987        | 0,930     | 0,992 |
| 0,7   | 0,187 | 1,000      | 1,000 | 0,968        | 0,920     | 0,996 |
| 0,8   | 0,119 | 1,000      | 1,000 | 0,950        | 0,905     | 0,998 |
| 0,9   | 0,074 | 1,000      | 1,000 | 0,932        | 0,895     | 0,999 |
| 1,0   | 0,047 | 1,000      | 1,000 | 0,918        | 0,886     | 0,999 |

Диапазоны варьирования:  $g$  от 0 до 0,10; перерасход от 1,0 до 2,0;  $d$  от 0,02 до 0,10;  $D_{\max}^c$  от 60 до 150 млн т;  $\varphi$  от 0,80 до 0,98;  $q$  от 0,20 до 0,80. Базовым служит сценарий III, по 4 000 траекторий на точку.

Таблица П8.

Исходные данные для рис. 6: граница окупаемости третьего этапа

| $d$ , % годовых | Требуемый доход, руб./т | Порог $\theta^*$ |
|-----------------|-------------------------|------------------|
| 2,0             | 1 503                   | 0,115            |
| 3,0             | 1 779                   | 0,240            |
| 4,0             | 2 077                   | 0,376            |
| 5,0             | 2 396                   | 0,521            |
| 6,0             | 2 732                   | 0,674            |
| 7,0             | 3 084                   | 0,834            |
| 8,0             | 3 448                   | 0,999            |
| 8,5             | 3 633                   | невыполнимо      |

Расчёт по формулам (8)–(9) при  $C = 3\,700$  млрд руб.,  $\Delta K = 90$  млн т,  $T = 40$  лет. Линейная аппроксимация на интервале 2–10%:  $\theta^* = 15,4d - 0,232$  при  $R^2 = 0,998$ . Значения критической ставки в тексте получены из точного условия (9), тогда как аппроксимация служит лишь для наглядности.

| Утверждение | Содержание                                                                                                                                                           | Результат                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Г1          | С 2023 г. часть заявленной мощности не реализуется, причём сдвиг уровня устойчив, а наклон зависимости сохраняется<br>Удельная стоимость мощности выросла в 2,4 раза | Подтверждена; разд. 6, табл. 3<br>Подтверждена; разд. 5, табл. 2     |
| Г2          | Окупаемость расширения определяется ставкой дисконтирования и долей неугольных грузов<br>Правило доступа к инфраструктуре почти нейтрально                           | Подтверждена; разд. 10, условие (9)<br>Подтверждена; разд. 9, рис. 5 |
| С1          | Право отложить строительство имеет положительную цену                                                                                                                | Подтверждено; разд. 10.2                                             |
| С2          | Тонна вывоза через реализуемость дешевле тонны через новое строительство, откуда очерёдность мер                                                                     | Подтверждено; разд. 13.3                                             |

# Carrying Capacity, Freight Base and the Payback Conditions for Expanding the Eastern Railway Polygon

Vladimir V. Sukhomlinov

*Independent researcher, individual entrepreneur; 105203, Russia, Moscow, 12th Parkovaya St., 7, room 23.*

*E-mail: 8vladimir8@gmail.com, v@8vladimir8.ru*

*Website: a-grades.ru*

The paper assesses the economic role of the Baikal–Amur Mainline and of the Eastern Railway Polygon as a whole. The long-standing dispute over whether the line should be counted as an asset or a liability is restated in testable form through a condition that separates the two regimes in a space of measurable parameters. Using data for 2013–2025, the paper documents a divergence between the declared carrying capacity of the polygon and the actual volume shipped through its control section, which opened abruptly in 2023 and has since held at 21–24 million tonnes a year. A model with an endogenously selected break point dates the divergence to 2023 and estimates its magnitude at 15.4 million tonnes, with a capacity-to-shipment transmission coefficient of 0.93. Four classes of explanation are examined; the 2023–2025 record contradicts the demand-contraction account and points to a combination of accounting, technological and structural causes. The unit cost of adding carrying capacity is shown to have risen from 17.3 to 41.1 billion roubles per million tonnes of annual capacity in constant prices, whereas the privately built Pacific Railway delivered the same unit for 4.9 billion roubles. A simulation model of polygon utilisation with a horizon to 2060 is proposed, incorporating stochastic coal prices, the administrative rule allocating scarce capacity, and cost overruns; six scenarios are stress-tested over 10,000 trajectories. A linear payback condition for the third modernisation stage is derived in the plane «real discount rate, share of non-coal cargo», which under the present freight mix implies a critical rate of about 4.2 per cent per annum. The growth rate of non-coal demand emerges as the decisive parameter, while the access rule itself proves nearly neutral. The value of the right to postpone the third stage is estimated at about 564 billion roubles. The findings bear on the appraisal of large infrastructure projects in resource-based economies.

**Key words:** Baikal–Amur Mainline, Eastern Railway Polygon, transport infrastructure, carrying capacity, freight base, real options, structural break, allocation of scarce capacity, coal exports, megaproject appraisal.

JEL Classification: R42, L92, O18, H54, Q34.

**Data and code:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.22274133>