

DOI 10.37539/2949-1991.2026.42.7.029
УДК 625.1:[528.48+330.131.7]

Шишов Дмитрий Владимирович,
ведущий инженер по объективному контролю,
ООО «Трансжелдорпроект»
Shishov Dmitry Vladimirovich,
Leading Engineer for Objective Control,
«Transzheldorproekt» LLC

**СИСТЕМНЫЕ ОШИБКИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ
И ТРАССИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОССИИ: РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ПЕРЕРАСХОДА БЮДЖЕТА
В ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТАХ США
SYSTEMIC ERRORS IN GEOTECHNICAL SUITABILITY AND ROUTING
OF RAILWAYS IN EXTREME CLIMATIC CONDITIONS OF RUSSIA:
RECOMMENDATIONS FOR MINIMIZING THE RISKS OF BUDGET
OVERSPENDING IN US INFRASTRUCTURE PROJECTS**

Аннотация. В статье представлен анализ критических инженерных и экономических ошибок, допущенных при проектировании и строительстве магистральных железнодорожных линий на территории Российской Федерации. На основе опыта реализации проектов в криолитозоне, зонах высокой сейсмичности и на слабых обводненных грунтах выявлены пять системных факторов, приводящих к кратному увеличению совокупной стоимости владения (LCC) объектом. К ним относятся: недооценка эксплуатационных затрат (OPEX) ради экономии капиталовложений (CAPEX), игнорирование динамических характеристик подвижного состава на этапе трассировки, формальный подход к гидрологическому моделированию в условиях изменения климата, отказ от модульности искусственных сооружений и разрыв информационной преемственности между изысканиями и строительством. Доказано, что экстраполяция данных просчетов на американскую практику является экономически целесообразной. В связи с принятием закона об инвестициях в инфраструктуру (Infrastructure Investment and Jobs Act) и отсутствием у строительного комплекса США релевантного опыта возведения высокоскоростных магистралей, внедрение предложенных корректирующих мер (включая обязательное BIM-моделирование, жесткое нормирование жизненного цикла и трехмерное гидрогеологическое картирование бассейнов) позволит минимизировать риск удорожания сметы федеральных транспортных программ США на 15-25%..

Abstract. The article presents an analysis of critical engineering and economic errors made during the design and construction of mainline railway lines on the territory of the Russian Federation. Based on the experience of project implementation in permafrost regions, zones of high seismicity, and on weak water-saturated soils, five systemic factors have been identified that lead to a multiple increase in the Life-Cycle Cost (LCC) of the facility. These include: underestimation of operational expenditures (OPEX) for the sake of capital expenditure (CAPEX) savings; ignoring the dynamic characteristics of rolling stock during route alignment; a formal approach to hydrological modeling amidst climate change; the rejection of modularity in artificial structures; and the disruption of information continuity between surveying and construction phases. It is proven that the extrapolation of these miscalculations to American practice is economically expedient. Following the adoption of the Infrastructure Investment and Jobs Act and the lack of relevant experience in constructing high-



speed rail lines within the US construction sector, the implementation of the proposed corrective measures (including mandatory BIM modeling, strict life-cycle rationing, and three-dimensional hydro-geological mapping of basins) will allow minimizing the risk of cost overruns in federal US transportation programs by 15-25%.

Ключевые слова: Железнодорожная инфраструктура, стоимость жизненного цикла (LCC), геотехническое обоснование, информационное моделирование (BIM/ТИМ), климатические риски, управление стоимостью (Value Engineering), EPC-контракты, вечная мерзлота, оптимизация трассы.

Keywords: Railway infrastructure, Life-Cycle Cost (LCC), geotechnical justification, Building Information Modeling (BIM), climatic risks, Value Management (VE), EPC contracts, permafrost, route optimization.

Соединенные Штаты Америки стоят перед беспрецедентным инфраструктурным вызовом. Принятый закон об инвестициях в инфраструктуру и рабочие места (*Infrastructure Investment and Jobs Act*) выделяет колоссальные средства на модернизацию транспортной сети. Однако американский строительный комплекс исторически не имеет опыта возведения высокоскоростных магистралей или масштабной реновации трансконтинентальных коридоров по современным стандартам.

В то же время российская школа транспортного строительства, закаленная экстремальными климатическими условиями, вечной мерзлотой и необходимостью пересекать сложнейшие геологические разломы, накопила уникальный опыт управления рисками. Анализ типичных ошибок российских проектов – от подходов к БАМу до реализации сложных мостовых переходов – позволяет выявить критические зоны неэффективности. Внедрение превентивных мер, основанных на этом опыте, способно сэкономить американским налогоплательщикам десятки миллиардов долларов. Вот пять фундаментальных просчетов, которых необходимо избежать инженерам США.

1. Недооценка стоимости жизненного цикла (LCC) ради сиюминутной экономии CAPEX Российская традиция тендерного ценообразования десятилетиями поощряла выбор самого дешевого предложения на этапе капитального строительства (*CAPEX*). В итоге государство получало объект, уложенный в смету, но уже через 3-5 лет начинало тратить двойные бюджеты на его содержание (*OPEX*). Классический пример – укладка рельсошпальной решетки на щебеночном балласте недостаточной прочности для пропуска тяжелых грузовых составов. Экономия на кубометре щебня приводит к преждевременному износу пути, необходимости частых выправок и полной замене основания через семь лет вместо нормативных двадцати пяти. Для США эта ошибка фатальна. Если новый участок будет спроектирован без учета совокупной стоимости владения за 50 лет, бремя бесконечного ремонта ляжет либо на дефицитный бюджет штата, либо сделает тариф неприемлемым для частного оператора. Спасение бюджета здесь кроется в жестком государственном стандарте *LCCA (Life-Cycle Cost Analysis)*: контракт должен подписываться не на «километр уложенных путей», а на «обеспечение бесперебойного движения заданной интенсивности в течение 30 лет».

2. Игнорирование микромоделирования подвижного состава на стадии трассировки. В российской практике проектирование земляного полотна часто ведется классическим способом: трасса рисуется как оптимальная кривая на топографической карте. Динамические характеристики будущих поездов учитываются лишь на финальном этапе. Результат – скрытые ограничения скорости из-за повышенного износа гребней колес и боковой качки, выявляемые только после запуска движения. На сложных участках приходится вводить локальные ограничения скорости там, где проектировались высокие показатели, что убивает экономику всей линии. США планируют строить высокоскоростные линии



(например, *California High-Speed Rail*). Ошибка проектирования всего в полградуса возвышения наружного рельса в кривой малого радиуса приведет к тому, что поезда физически не смогут безопасно держать расчетную скорость свыше 250 км/ч. Бюджет спасения заключается во внедрении технологии цифрового двойника (*Digital Twin*) трассы еще до начала первой экскавации. Точная кинематическая модель конкретного поезда должна проходить по виртуальному профилю тысячи раз, оптимизируя каждый метр насыпи под реальные динамические нагрузки.

3. Геотехнический формализм в условиях меняющегося климата Нормативная база долгое время опиралась на усредненные данные температурных режимов XX века. Строительство на деградирующей вечной мерзлоте требует установки термостабилизаторов грунта. Если расчеты ведутся по старым картам глубин сезонно-талого слоя, фундаменты опор контактной сети и водопропускных труб начинают деформироваться уже через два года. Ликвидация таких деформаций на действующей магистрали стоит в 15–20 раз дороже правильного фундамента. Климатические изменения делают этот урок универсальным для США. Традиционный подход к геотехнике зачастую сводится к взятию проб грунта строго по оси будущей колеи. Российская ошибка учит следующему: бюджет спасет трехмерное гидрогеологическое моделирование всего водосборного бассейна вокруг трассы. Необходимо проектировать не просто трубу под насыпью, а целую систему перехватывающих дренажей, рассчитанную на ливни столетней повторяемости, ставшие нормой сегодняшнего дня.

4. Отказ от модульности и стандартизации узлов ради архитектурной уникальности Советское и постсоветское инженерное мышление тяготеет к индивидуальным решениям для каждого моста, тоннеля или вокзала. Каждый объект – это отдельный рабочий проект со своими опалубками и спецификациями бетона. Это исключает массовое производство элементов на заводах ЖБИ и затягивает сроки из-за постоянных переделок чертежей на местах. Американский строительный сектор страдает схожей болезнью гигантомании. Проектировщики стремятся создать иконический объект. Между тем, спасение бюджета лежит в жесткой унификации. Для линейного объекта протяженностью в сотни миль нет ничего более расточительного, чем сто разных типов пролетных строений мостов. Применение стандартных коробчатых балок заводского изготовления и типовых модулей шумозащитных экранов позволяет снизить стоимость конструкций на 25–30% исключительно за счет эффекта масштаба.

5. Разрыв между изысканиями, проектированием и строительством Исторически стадия инженерных изысканий выполнялась одним институтом, проектирование – другим, а стройку отдавали третьему лицу. Информационные модели передавались в виде плоских PDF-чертежей. При выходе на площадку выяснялось, что фактическое залегание скального грунта отличается от отчета двухлетней давности. Начинался процесс согласований, изменений проекта и простоев техники. США активно внедряют технологию информационного моделирования зданий (*BIM*), но часто спотыкаются о юридические барьеры ответственности за общую базу данных. Российская ошибка доказывает: единственный способ спасти бюджет – жесткий ЕРС-контракт (*Engineering, Procurement, Construction*) с одной точкой финансовой ответственности. Генеральный подрядчик должен сам нести риски за достоверность исходных данных. Если роботизированный тахеометр на экскаваторе видит расхождение с цифровой моделью *BIM*, машина должна останавливаться автоматически, а система сама генерировать запрос на изменение сметы в реальном времени.

Резюме для американского налогоплательщика Технологии прокладки путей давно стали глобальным товаром. Но экономика инфраструктуры пишется не на перегоне, а в кабинетах системных инженеров. Изучая российские дорогостоящие уроки борьбы с природой, бюрократией и ложной экономией, американские специалисты имеют шанс



построить железные дороги XXI века вовремя и в рамках утвержденной сметы. Главное – воспринимать чужой опыт не как повод для критики, а как бесплатный консалтинг стоимостью в миллиарды долларов.

Список литературы:

1. Азар С. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry // Leadership and management in engineering. – 2011. – Т. 11. – № 3. – С. 241–252. – URL: <https://iereview.ru/index.php/IE/article/view/11> (дата обращения: 28.07.2026).
2. Куприяновский В. П., Казаринов А. В., Талапов В. В. Мировой опыт применения технологии информационного моделирования к объектам капитального строительства транспортной инфраструктуры // International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – Т. 8. – № 5. – URL: <http://injoit.org/index.php/j1/article/view/1043/1008> (дата обращения: 28.07.2026).
3. Чонг Х. Й., Лопес Р., Ванг Дж., Ванг К., Чжао З. Comparative Analysis on the Adoption and Use of BIM in Road Infrastructure Projects // Journal of management in engineering. – 2016. – Т. 32. – № 6. – С. 501-602.
4. Делль'Аккуа Г., Де Оливейра С. Г., Бьянкардо С. А. Railway-BIM: Analytical review, data standard and overall perspective // Ingegneria ferroviaria. – 2018. – Т. 73. – № 11. – С. 901-923.
5. Чен С., Джин Р., Алам М. Investigation of interoperability between Building Information Modeling (BIM) and infrastructure technical standards // Automation in construction. – 2018. – Т. 94. – С. 257-281.

