

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № s4 / 2025, Vol. 12, Iss. s4 <https://resources.today/issue-s4-2025.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/29FAOR425.pdf>

DOI: 10.15862/29FAOR425 (<https://doi.org/10.15862/29FAOR425>)

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ступникова, Е. А. Экономическая безопасность в контексте жизненного цикла инфраструктурных объектов: роль аудита качества строительства автомобильных дорог / Е. А. Ступникова, И. А. Морошкин // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № s4. — URL: <https://resources.today/PDF/29FAOR425.pdf>.
DOI: 10.15862/29FAOR425.

For citation:

Stupnikova E.A., Moroshkin I.A. Economic security in the context of the life cycle of infrastructure facilities: the role of road construction quality audits. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025; 12(s4): 29FAOR425. Available at: <https://resources.today/PDF/29FAOR425.pdf>. DOI: 10.15862/29FAOR425. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 338

Ступникова Елена Анатольевна

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, Россия
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail stupnikovaea@yandex.ru

Морошкин Илья Александрович

ООО «Региональная строительная компания», Москва, Россия
E-mail riskanet@internet.ru

Экономическая безопасность в контексте жизненного цикла инфраструктурных объектов: роль аудита качества строительства автомобильных дорог

Аннотация. Новые технологии строительства, инновационные материалы и цифровизация в дорожной отрасли способствуют минимизации ошибок как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации. В данной статье авторами представлено исследование по выявлению некоторых особенностей в области экономической безопасности в контексте жизненного цикла инфраструктурного проекта. На примере строительства автомобильной дороги «Казань-Екатеринбург» было показано, что небольшие, но систематические отклонения в технологии производства работ влияют на эксплуатационные характеристики объекта. Важнейшей задачей остаётся технический аудит строительства — именно это определяет стратегический курс оценки экономической безопасности дорог и их эксплуатации в течение жизненного цикла проекта. Авторами были выявлены отклонения в уплотнении насыпи автомобильной дороги «Казань-Екатеринбург» и даны рекомендации для устранения недостатков строительства. На основании проведённого анализа авторами разработан комплекс практических рекомендаций по оптимизации технологии уплотнения грунтовых оснований. Предложенная методика предусматривает выполнение дифференцированного количества проходов виброкатка в зависимости от требуемого коэффициента уплотнения, регулирование влажности грунтового материала в соответствии с оптимальными параметрами, а также усиление контроля качества на каждом технологическом этапе. Внедрение представленных рекомендаций будет способствовать существенному повышению долговечности дорожного полотна, сокращению

объёмов ремонтных работ, снижению эксплуатационных издержек и, как следствие, укреплению экономической безопасности транспортной инфраструктуры региона. Полученные выводы представляют практическую ценность для заказчиков, проектировщиков, строительных организаций и служб технического надзора, заинтересованных в повышении качества дорожного строительства.

Ключевые слова: экономическая безопасность; строительство автомобильных дорог; аудит строительства; аудит; дорожная безопасность; транспортная инфраструктура

Введение

Состояние транспортной инфраструктуры и качественное дорожное покрытие оказывают критическое влияние на экономическое развитие городов и регионов, что в свою очередь связано с экономической безопасностью региона. Недостаточный качественный уровень дорожных магистралей и дорожных сетей создаёт препятствия для функционирования всех экономических сфер, начиная от ресурсодобывающей промышленности до индустрии услуг [1]. В Транспортной стратегии РФ до 2030 года указывается о необходимости новых подходов в дорожном строительстве [2].

Свыше тысячи новых решений вносятся ежегодно в Реестр передовых технологий и материалов дорожного строительства, но лишь 3 % позиций получают требуемое экспертное одобрение.¹ Сейчас в дорожном строительстве применяются инновационные композиты и защитные слои. Разработчики дорожных покрытий внедряют битумные составы и бетонные смеси с полимерными модификаторами. Такие высокопрочные композиции содержат специальные присадки, обеспечивающие устойчивость к образованию трещин, защиту от влаги и температурных перепадов [3]. Как результат — значительное продление периодов между капитальными ремонтами дорожного полотна.

Для сокращения мелких и глубоких повреждений в дорожном покрытии, необходим контроль при строительстве и эксплуатации дорог [4]. Методы холодной регенерации дорожных покрытий, стабилизация грунтовых оснований, а также применение повторно используемых промышленных материалов (включая рециклированный асфальтобетон, металлургические шлаки и прочие вторичные продукты) способствуют сокращению потребления первичных инертных материалов и гарантируют ресурсную устойчивость и экономическую безопасность реализуемых проектов.

Применение Технологии информационного моделирования (ТИМ) и цифровых решений в проектировании — это уже привычный для строительства подход к работе [5]. Трёхмерное моделирование дорожных маршрутов: использование передовых систем автоматизированного проектирования (таких как OpenRoads, Civil 3D и аналогичные платформы) даёт возможность разрабатывать подробные трёхмерные модели, интегрирующие данные о топографии местности, инженерных сетях и транспортных нагрузках [6]. Это способствует минимизации проектных недочётов и повышению экономической безопасности транспортной инфраструктуры. Все перечисленные методы в дорожном строительстве требуют обеспечения технологического и нормативных требований [7].

Таким образом, использование новых материалов и технологий требуют и нового подхода к оценке экономической безопасности в разрезе эксплуатационных показателей автомобильных дорог.

¹ Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации, 2024, № 7. Режим доступа — URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/fa5/sg45qy6sahrwm4hx9kl56bmpkkjhmcvi.pdf> (дата обращения: 03.11.2025).

1. Методы и материалы

Эмпирическую базу исследования составил масштабный инфраструктурный проект по возведению федеральной автомагистрали «Казань — Екатеринбург», относящейся к категории автомобильных дорог общего пользования федерального значения. Выбор данного объекта обусловлен его стратегической транспортной значимостью, протяжённостью трассы и разнообразием геологических условий на различных участках строительства.

Для оценки степени уплотнения грунтовых насыпей применялся метод непосредственного определения плотности с использованием плотномеров ударного действия (динамических плотномеров), позволяющих проводить экспресс-контроль непосредственно в полевых условиях. Измерения выполнялись в десяти произвольно выбранных контрольных точках вдоль исследуемого участка дорожного полотна для обеспечения статистической достоверности результатов.

Научной базой для исследования послужили научные публикации отечественных и зарубежных авторов: В.А. Кавыриной [8], Т.А. Голиковой [9], Д.Е. Капашева [10].

2. Результаты и обсуждение

Прежде чем перейти к содержательной части исследования необходимо сформулировать само понятие «Экономическая безопасность при строительстве инфраструктурных объектов». Авторы определяют его, как достижение запланированных технико-экономических и эксплуатационных показателей при строительстве объектов транспортной инфраструктуры при эффективном использовании финансовых, материальных, трудовых ресурсов, предотвращении нецелевого расходования средств, минимизации коррупционных рисков на всем протяжении жизненного цикла проекта. В конечном итоге национальная безопасность государства зависит от обеспеченности долговечной и современной транспортной инфраструктурой. При этом важнейшей задачей остаётся систематический контроль результативности строительства — именно это определяет стратегический курс оценки экономической безопасности при строительстве дорожной инфраструктуры.

Обеспечение экономической безопасности строительства или реконструкции автомобильных магистралей базируется на комплексе мероприятий:

1. Контроль расходов.
2. Надзор за качественными показателями строительного проекта по всем техническим направлениям.
3. Минимизация угроз и борьба с нелегальными денежными потоками.
4. Злоупотребление служебным положением.

Комплекс работ, по обеспечению экономической безопасности инфраструктурных проектов, представлены в таблице 1.

В данной статье рассмотрим одно из направлений по обеспечению экономической безопасности инфраструктурных проектов, а именно технический аудит.

Технический аудит инфраструктурного проекта — это объективное исследование, проводимое сторонними специалистами для верификации соответствия строительного процесса, проектной документации и мер безопасности установленным нормативам. Основная задача — выявление слабых мест и предоставление рекомендаций по оптимизации строящейся дорожной сети для достижения максимальной надёжности и функциональности ее эксплуатации в будущем.

Таблица 1

**Основные направления по обеспечению
экономической безопасности инфраструктурных проектов**

Направления	Структура работ
Целевые показатели экономической эффективности	Экономическая эффективность обеспечивается через систему контроля качества: строгое следование нормам при выборе проектных решений, материалов и конструктивных элементов позволяет избежать затрат на внеплановые ремонтные работы, устранение аварийных ситуаций и повторное выполнение операций.
Регламентная база и контрактные обязательства	Необходимо руководствоваться действующими техническими регламентами и нормативными документами (в частности, ТР ТС 014/2011 устанавливает параметры безопасности дорожной инфраструктуры и определяет подходы к минимизации расходов на строительство и эксплуатацию в течение всего срока службы дорожного объекта).
Структурирование на основе договорных отношений	Грамотное структурирование договорных отношений включает: точное определение зон ответственности и распределение возможных рисков между всеми участниками проекта — заказчиком, исполнителями работ и компаниями-поставщиками; внедрение механизмов финансовых санкций и поощрений; обеспечение открытости конкурсных закупочных процедур.
Уровень защищенности компаний-участников дорожного строительства	Защита финансовой стабильности и конкурентоспособности организаций дорожной сферы. Предупреждение противоправного изъятия материальных ценностей, контроль за целевым расходованием средств и охрана имущественного комплекса компаний, занятых строительством транспортной инфраструктуры.
Технический аудит строительства	Проверка результатов деятельности организаций при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог на соответствие действующим требованиям нормативно-технических документов
Мониторинг	Постоянный мониторинг факторов, способных нарушить стабильность региональной транспортной системы: проблемные участки дорожной сети, препятствия в цепочках поставок, неожиданные внешние воздействия.
Предотвращение рисков нехватки материалов	Формирование запасов материальных и технических средств для противодействия чрезвычайным ситуациям: сбой в снабжении, экстремальные климатические явления, колебания потребности в перевозках.
Антикризисные меры	Соблюдение государственных норм и предписаний контролирующих органов при реализации проектов капитального строительства объектов транспорта и содержании автодорог, с учётом антикризисных мер и ограничений санкционного характера.
Экологическая безопасность	Интеграция природоохранных и экономических аспектов в систему обеспечения безопасности дорожно-строительной отрасли: учёт финансовых санкций за вред окружающей среде и расходов на экологические программы.

Разработано авторами

Технический аудит инфраструктурного проекта предполагает контроль каждой стадии реализации, начиная с предпроектной подготовки и заканчивая финальной приёмкой объекта. Такой подход гарантирует:

- снижение вероятности будущих дорожно-транспортных происшествий для всех категорий пользователей в процессе использования;
- финансовую дисциплину и оптимизацию бюджета;
- высокие стандарты исполнения строительных работ;
- полное выполнение технических требований проекта.

Технический аудит фокусируется на нескольких критических направлениях, представленных на рисунке 1.

Аудит предполагает выезд на территорию строительства для осуществления контроля за качественным выполнением работ и сопоставления фактического исполнения с утвержденной проектной документацией. Анализ проектной документации предполагает оценку правильности выбора траектории дорожного полотна, проверку соблюдения углов наклона, исследование схем пересечений дорог и изучение того, как участники движения взаимодействуют с дорожной инфраструктурой (включая указатели, линии разметки) с точки зрения их надежности и практичности.



Рисунок 1. Направления технического аудита (разработано авторами)

В дальнейшем происходит формирование информационной базы: накопление технической документации по проекту, сведений о движении транспорта, параметров используемых строительных материалов и результатов ранее проведенных проверок.

В заключении проводится документирование выявленных проблем с детальным обзором угроз и формулировкой конкретных предложений по улучшению защищенности и продуктивности выполнения строительных работ.

Мониторинг финансовых потоков проводится в рамках выполнения договорных требований: сопоставление фактических издержек с запланированным финансированием и контроль за исполнением подрядными организациями взятых на себя обязательств.

Надзор за качеством используемых ресурсов состоит из верификации применяемых строительных компонентов и методик на предмет их соответствия нормативным требованиям (включая проверку грунтового основания, фундаментных конструкций, дорожного покрытия).

Идентификация угроз включает: определение возможных факторов опасности и измерение степени их воздействия на различные категории участников транспортного потока (автомобилистов, людей, передвигающихся пешком, велосипедистов).

Особое значение функции контроля находится на этапе строительства. Аудит строительства дорожного покрытия имеет определяющее значение для экономической безопасности инфраструктурных дорожных проектов. «Объекты аудита при строительстве автомобильной дороги включают в себя:

- оценку параметров геометрических элементов дороги и объездных путей;
- транспортно-эксплуатационные характеристики дорожного покрытия, обочин и разделительной полосы;
- элементы обустройства дороги;
- технические средства организации дорожного движения (ТСОДД) и их размещение на участках производства дорожных работ;

- проверку соответствия показателя ровности и коэффициента сцепления дорожного покрытия нормативным требованиям и др.» [10].

Далее приведем пример результата освидетельствования скрытых работ по выявлению недостатков или отклонению от проекта на участке дороги 90–140 км «Казань–Екатеринбург» по одному показателю: степень уплотнения грунта. Геодезическая съемка входила в состав работ по контролю за строительством дороги в целях определения экономической безопасности ее дальнейшей эксплуатации (рис. 2).

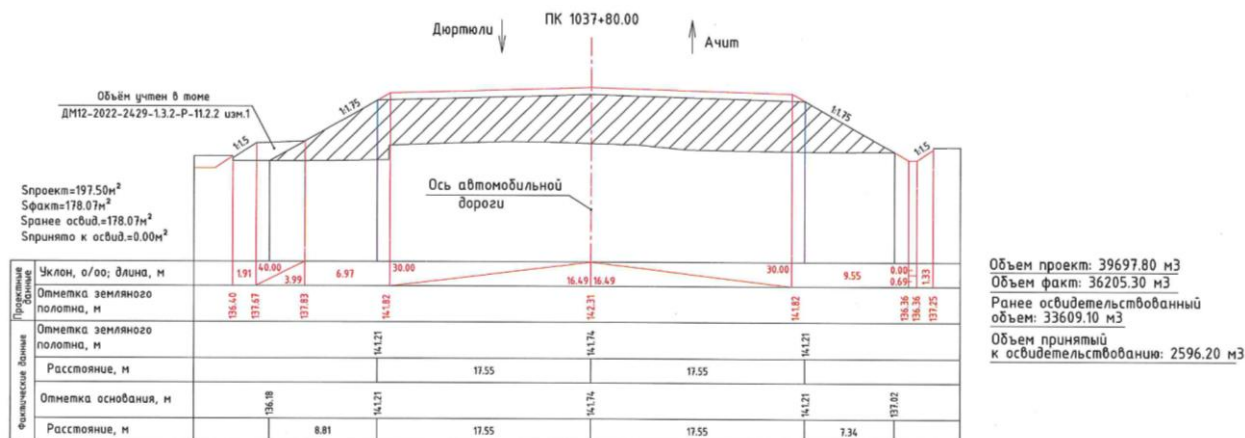


Рисунок 2. Аудит инфраструктурного строительного проекта. Проверка насыпи уплотнения полотна автомобильной дороги «Казань — Екатеринбург» 90 км²

Степень уплотнения грунта при строительстве автомобильных дорог должна соответствовать нормативным документам.³ Для рабочего слоя — коэффициент уплотнения должен быть, например, для дорог с капитальными покрытиями — не более 0,96, для облегченных и переходных — не более 0,95. Для неподтопляемой части насыпи — коэффициент уплотнения зависит от глубины расположения слоя от поверхности покрытия: от низа рабочего слоя до 6 м — не более 0,93, более 6 м — не более 0,95. Для подтопляемой части насыпи — коэффициент уплотнения не должен превышать 0,95. При отсыпке земляного полотна из скальных (крупнообломочных) грунтов коэффициент уплотнения не оценивается, при этом определяется степень уплотнения по.

² Съемка выполнена в рамках подготовки Акта освидетельствования скрытых работ.

³ СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85. Режим доступа — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573818172> (дата обращения: 03.11.2025).

ГОСТ Р 59864.1-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Земляное полотно. Технические требования. Режим доступа — URL: <https://meganorm.ru/Data/775/77557.pdf> (дата обращения: 03.11.2025).

Отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.6.027-2017. Режим доступа — URL: <https://docs.cntd.ru/document/456090610> (дата обращения: 03.11.2025).

Таблица 2

Соотношение проектных и фактических данных при проверке плотности грунта дороги «Казань-Екатеринбург» на участке 90–140 км*

Расстояние, м	Площадь поперечного сечения S, м ²				Расхождение плана и факта, %	Объем, м ³					Расхождение плана и факта, %
	проект	факт	ранее освид.	предъявленная к освидетельствованию		проект	факт	ранее освид.	принято к освидетельствованию	остаток	
20,00	197,50	178,07	178,07	0,00	90,2	3 993,70	3 605,70	3 498,40	107,30	388,00	90,3
20,00	201,87	182,50	171,77	10,73	90,4	4 106,90	3 719,30	3 504,80	214,50	387,60	90,6
20,00	208,82	189,43	178,71	10,72	90,7	3 882,20	3 494,50	3 279,90	214,60	387,70	90,0
20,00	179,40	160,02	149,28	10,74	89,2	3 807,80	3 420,00	3 205,40	214,60	387,80	89,8
20,00	201,38	181,98	171,26	10,72	90,4	4 303,50	3 915,40	3 590,80	324,60	388,10	91,0
20,00	228,97	209,56	187,82	21,74	91,5	4 761,10	4 372,60	3 938,10	434,50	388,50	91,8
20,00	247,14	227,70	205,99	21,71	92,1	4 937,40	4 549,10	4 114,08	434,30	388,30	92,1
20,00	246,60	227,21	205,49	21,72	92,1	4 902,50	4 514,40	4 079,90	434,50	388,10	92,1
20,00	243,65	224,23	202,50	21,73	92,0	5 002,70	4 614,30	4 397,00	217,30	388,40	92,2
20,00	256,62	237,20	237,20	0,00	92,4						
						39 637,80	36 205,30	33 609,10	2536,20	3492,50	

Результаты исследования авторов в составе рабочей группы ООО «Ярд Империял».

По данным таблицы 2 по 10 произвольным проверяемым участкам дороги расхождения проектных данных от факта находится на уровне 7,9 % — 11 %. То есть нормативный коэффициент уплотнения 0,95 или 0,98 не был достигнут ни в одном из 10 случаев.

Выявленные в ходе технического аудита строительства автомобильной дороги «Казань — Екатеринбург» нарушения по уплотнению грунта необходимо устранять, для чего авторами разработаны рекомендации по количеству проходов при уплотнении грунта, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Рекомендации по уплотнению грунта

№ прохода катка	Плотность грунта, г/см ³	Фактическая влажность грунта, %	Плотность сухого грунта, г/см ³	Максимальная плотность, г/см ³	Оптимальная влажность, %	Коэффициент	
						факт	требуемый
После разравнивания	1,74	23,6	1,41	1,56	23,1	0,904	0,95/0,98
2 прохода (без вибрации)	1,80	23,9	1,45			0,929	
4 прохода (с вибрацией)	1,85	23,9	1,49			0,955	
2 прохода (без вибрации)	1,89	23,7	1,53			0,981	

Разработано авторами

Согласно данным таблицы 3 для достижения требуемого коэффициента уплотнения, равно:

- 0,95 необходимо делать 2 прохода катка без вибрации и 4 прохода с вибрацией;
- 0,98 необходимо сделать 2 прохода катка без вибрации, 4 прохода с вибрацией и 2 прохода без вибрации.

Уплотнение производить при влажности, близкой к оптимальной, тогда степень уплотнения будет соответствовать требованиям строительного проекта.

Заключение

Строительство автомобильных дорог связано не только с большим объемом работ, строительство должно обеспечить экономическую безопасность строительного проекта при

дальнейшей эксплуатации дороги. Такая экономическая безопасность должна оцениваться не только в области финансирования проекта, но и в области технологического процесса по выполнению большого количества нормативных требований, чтобы обеспечивать экономическую безопасность эксплуатации дороги в различные периоды жизненного цикла проекта. В данной статье мы привели пример оценки уплотнения грунта при строительстве дороги «Казань — Екатеринбург». В ходе проведения технического аудита были выявлены недостатки: отклонение коэффициента уплотнения грунта от нормативных требований. Данные недостатки рекомендовано было исправить за счет дополнительных проходов катка без вибрации и с вибрацией. Детальное изучение потенциальных угроз через призму воздействия обнаруженных недостатков и их устранение будет в будущем влиять на защищенность людей и транспортных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земсков, В.В. Проблемы развития прорывных технологий, влияющих на экономическую безопасность / В.В. Земсков — DOI 10.18334/ecsec.7.6.121215. // Экономическая безопасность. — 2024. — Т. 7, № 6. — С. 1429–1446 — EDN LWJCGU.
2. Яшков, И.И. Новые технологии строительства автомобильных дорог / И.И. Яшков // Молодёжная наука: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 12 ноября 2021 года. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. — С. 43–45. — EDN DNMEVM.
3. Вострикова, Е.О. Транспортно-логистическая инфраструктура как фактор устойчивого развития региона / Е.О. Вострикова, А.П. Мешкова — DOI 10.18334/ecsec.5.3.114847. // Экономическая безопасность. — 2022. — Т. 5, № 3. — С. 1073–1092 — EDN IVIUFW.
4. Шербекова, А.А. Исследование зарубежного опыта управления качеством при строительстве автомобильных дорог / А.А. Шербекова, Ж.Б. Ысыраилова, Д.Ж. Женишбекова — DOI 10.24412/2411-0450-2024-3-2-196-202. // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2024. — № 3-2(109). — С. 196–202 — EDN ZONLSR.
5. Рыкунова, В.Л. Проблемы развития дорожного хозяйства и их решение на основе внедрения инновационных технологий / В.Л. Рыкунова, М.И. Максимова, С.Е. Селюкова // Вестник Академии знаний. — 2024. — № 5(64). — С. 359–363. — EDN EAVAFW.
6. Денисов, О.В. К обоснованию перспективных направлений повышения безопасности дорожного проектирования / О.В. Денисов, Л.А. Лондарева — DOI 10.23947/2541-9129-2020-2-37-42. // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 2. — С. 37–42 — EDN JPQUOB.
7. Шербекова, А.А. Контроль и управление качеством дорог в обеспечении финансово-экономической безопасности дорожного строительства / А.А. Шербекова, А.А. Чонкоева, Д.Ж. Женишбекова — DOI 10.24412/2500-1000-2024-8-3-222-227. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2024. — № 8-3(95). — С. 222–227 — EDN XRSKVL.
8. Кавыршина, В.А. Экономическая безопасность в транспортной сфере / В.А. Кавыршина // Транспортное право и безопасность. — 2025. — № 2(54). — С. 85–97. — EDN WVFIYC.

9. Голикова, Т.А. О роли и месте аудита при реализации приоритетных проектов / Т.А. Голикова // Вестник АККОР. — 2016. — № 4(40). — С. 4–8. — EDN XHGCQP.
10. Капашев, Д.Е. Совершенствование системы контроля качества в сфере дорожного строительства: опыт Северо-Казахстанской области / Д.Е. Капашев // Интернаука. — 2024. — № 3-1(320). — С. 5–7. — EDN OLOWDN.

Stupnikova Elena Anatolyevna

Russian University of Transport, Moscow, Russia
E-mail: stupnikovaea@yandex.ru

Moroshkin Ilya Aleksandrovich

Regional Construction Company, Moscow, Russia
E-mail: riskanet@internet.ru

Economic security in the context of the life cycle of infrastructure facilities: the role of road construction quality audits

Abstract. New construction technologies, innovative materials, and digitalization in the road industry contribute to minimizing errors at both the design and operational stages. In this article, the authors present a study identifying certain specific aspects of economic security in the context of the life cycle of an infrastructure project. Using the example of the construction of the Kazan-Yekaterinburg highway, it is shown that small but systematic deviations in construction technology impact the operational characteristics of the facility. A technical audit of construction remains a crucial task — it determines the strategic course for assessing the economic safety of roads and their operation throughout the project lifecycle. The authors identified deviations in the compaction of the embankment of the Kazan-Yekaterinburg highway and provided recommendations for addressing these construction deficiencies. Based on their analysis, the authors developed a set of practical recommendations for optimizing soil compaction technology. The proposed methodology involves varying the number of vibratory roller passes depending on the required compaction ratio, regulating the soil moisture content according to optimal parameters, and strengthening quality control at each stage of the process. Implementation of these recommendations will significantly improve the durability of the roadway, reduce the volume of repairs, lower operating costs, and, consequently, strengthen the economic safety of the region's transport infrastructure. The findings are of practical value to clients, designers, construction organizations, and technical supervision services interested in improving the quality of road construction.

Keywords: economic security; road construction; construction audit; audit; road safety; transport infrastructure