

УДК 69.0**DOI: 10.34670/AR.2026.57.11.030****Влияние геотехнического мониторинга на экономическую устойчивость строительных проектов в районах плотной городской застройки****Лузгин Алексей Андреевич**

Студент,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, Ярославское шоссе, 26;
e-mail: luzgin.sokol@gmail.com

Слезкин Вадим Андреевич

Студент,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, Ярославское шоссе, 26;
e-mail: vslezkin10@mail.ru

Тумаева Елизавета Павловна

Студент,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, Ярославское шоссе, 26;
e-mail: tumaeva108@gmail.com

Кузнецов Михаил Николаевич

Студент,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, Ярославское шоссе, 26;
e-mail: mk_stars55@mail.ru

Чендев Федор Юрьевич

Студент,
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет,
129337, Российская Федерация, Москва, Ярославское шоссе, 26;
e-mail: chendevf@mail.ru

Аннотация

В статье раскрывается трансформация геотехнического мониторинга из преимущественно инженерного инструмента в стратегический элемент финансово-экономической архитектуры инвестиционно-строительных проектов, осуществляемых в условиях плотной городской застройки мегаполисов, где взаимодействие технических рисков с бюджетными параметрами, условиями финансирования и инвестиционной привлекательностью определяет общую устойчивость реализации. Количественный анализ обширного материала по крупным объектам различного функционального назначения выявляет устойчивую корреляцию между уровнем развития систем инструментального наблюдения и сокращением непредвиденных издержек: четырехкратное увеличение доли затрат на мониторинг в смете обеспечивает семикратное снижение совокупных потерь, уменьшение частоты инцидентов более чем в три раза, сокращение перерасхода бюджета с 17,29 до 4,68 процента, минимизацию временных отклонений свыше ста дней и компенсационных выплат в среднем на 75 миллионов рублей на проект. Дифференциация эффектов демонстрирует максимальную эффективность в сегментах транспортной инфраструктуры и реконструкции исторических зданий, где коэффициенты окупаемости достигают 9–11 единиц при сроках возврата вложений от 2,7 до 3,2 месяца, в то время как косвенные выгоды проявляются через снижение страховых премий вдвое, уменьшение процентных ставок по кредитам на 1,57 процентных пункта, сокращение резервов непредвиденных расходов и улучшение кредитного рейтинга, что расширяет возможности финансового рычага и повышает рентабельность собственного капитала. Нелинейный профиль распределения экономической отдачи по стадиям реализации с выраженной концентрацией на этапах нулевого цикла и подземной части обосновывает необходимость фронтального инвестирования и разработки гибких бюджетных моделей, учитывающих фактическую динамику рисков. Полученные закономерности формируют основу для интеграции геотехнических данных в корпоративные системы риск-менеджмента, финансового планирования и нормативного регулирования отрасли, способствуя снижению макроэкономических издержек, повышению безопасности городской среды и созданию долгосрочных конкурентных преимуществ девелоперских компаний в условиях возрастающей сложности урбанистических проектов.

Для цитирования в научных исследованиях

Лузгин А.А., Слезкин В.А., Тумаева Е.П., Кузнецов М.Н., Чендев Ф.Ю. Влияние геотехнического мониторинга на экономическую устойчивость строительных проектов в районах плотной городской застройки // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 3А. С. 498-509. DOI: 10.34670/AR.2026.57.11.030

Ключевые слова

Геотехнический мониторинг, экономическая устойчивость, плотная городская застройка, окупаемость инвестиций, риск-менеджмент.

Введение

Современная урбанизация формирует устойчивый запрос на освоение ограниченных территориальных ресурсов крупных мегаполисов, что неизбежно приводит к уплотнению существующей застройки и реализации проектов в условиях сложной геологической и инфраструктурной обстановки. Возведение новых объектов вблизи эксплуатируемых зданий, исторических памятников, инженерных коммуникаций и транспортных магистралей сопряжено с многократно возрастающими техническими, экономическими и репутационными рисками, минимизация которых становится одним из ключевых направлений стратегического управления строительными процессами [Певзнер, 2006]. Геотехнический мониторинг в этих условиях перестает рассматриваться исключительно как инструмент инженерного контроля и приобретает статус существенного элемента финансово-экономической архитектуры проекта, оказывающего прямое влияние на бюджетные параметры, инвестиционную привлекательность и сроки окупаемости [Костылев и др., 2019].

Опыт реализации крупных девелоперских проектов в Москве, Санкт-Петербурге, а также ряде европейских и азиатских мегаполисов демонстрирует прямую корреляцию между качеством системы инструментального наблюдения и итоговыми финансовыми результатами строительных компаний [Потапкин, 2006]. Возникновение деформаций соседних зданий, превышение допустимых осадок оснований, повреждение подземных коммуникаций приводит не только к необходимости компенсационных выплат, но и к остановке работ, штрафным санкциям, удорожанию страховых программ и потере доверия со стороны кредитных учреждений [Скибин, Кирнев, 2006]. По имеющимся оценкам, доля непредвиденных затрат, связанных с геотехническими инцидентами, в проектах плотной городской застройки может достигать значений, сопоставимых с предусмотренной сметной прибылью генерального подрядчика [Пономарев и др., 2015b].

Финансово-экономическая логика инвестирования в систему мониторинга подразумевает соизмерение затрат на установку датчиков, программные продукты обработки данных, оплату труда специалистов и сопровождение измерительных кампаний с потенциальными убытками от реализации негативных сценариев [Мишедченко, Ермаков, 2007]. При этом современная практика проектного управления требует оценки не только прямых эффектов, но и косвенных, связанных с возможностью оперативной корректировки технологических решений, оптимизации графиков производства работ и снижения резервного фонда непредвиденных расходов [Варжапетян, 2025]. Подобный подход предполагает применение методов экономического анализа, выходящих за пределы традиционной сметной парадигмы и опирающихся на инструментарий риск-менеджмента, актуарных расчетов и сценарного моделирования [Дербасова, 2014].

Институциональные изменения нормативной базы последних лет, в частности расширение обязательных требований к мониторингу при строительстве в зонах влияния, формируют новый ландшафт ответственности участников инвестиционно-строительной деятельности [Пономарев и др., 2023]. Заказчики, проектировщики и подрядчики оказываются вовлечены в систему распределенной ответственности, в которой непрерывность и достоверность инструментальных данных становятся юридически значимыми фактами, влияющими на исход судебных разбирательств и страховых процедур [Шадунц, Мариничев, Халимова, 2006]. В этих условиях экономическая устойчивость строительного проекта во многом определяется способностью организационной структуры интегрировать данные мониторинга в управленческие решения,

обеспечивая баланс между техническими, финансовыми и временными параметрами реализации.

Материалы и методы исследования

Информационной базой послужили данные по 47 строительным проектам, реализованным в условиях плотной городской застройки в период 2016–2023 годов на территории Москвы, Санкт-Петербурга, Казани и Екатеринбурга. Выборка включает объекты различного функционального назначения: жилые комплексы повышенной этажности, многофункциональные деловые центры, объекты транспортной инфраструктуры с заглубленными частями, реконструируемые здания исторической застройки. Стоимостной диапазон рассмотренных проектов составил от 1,2 до 27,8 млрд рублей, что обеспечило репрезентативность выборки относительно сегмента крупных и сверхкрупных инвестиционных решений [Кучерова, 2010].

Методологическую основу исследования составили инструменты сравнительного экономического анализа, корреляционно-регрессионного моделирования и метода Монте-Карло применительно к оценке проектных рисков. Совокупный массив литературы насчитывает 15 источников, включая монографические издания, статьи в реферируемых периодических изданиях, отраслевые аналитические обзоры и нормативно-методические документы [Егоров, 2018]. Для оценки экономической устойчивости применялись интегральные показатели, агрегирующие отклонения сметной стоимости, нарушения сроков, объемы дополнительных согласований и компенсационных выплат [Алоян и др., 2015].

При обработке данных использовались процедуры нормализации стоимостных показателей с учетом региональных коэффициентов и инфляционной составляющей, что позволило проводить корректные межпроектные сопоставления. Информация о состоянии систем мониторинга получена из отчетной документации специализированных организаций, технических отчетов проектировщиков и материалов авторского надзора [Мильчевская, 2020]. Сопоставление экономических результатов производилось в разрезе двух кластеров: проекты с расширенной программой мониторинга и проекты с минимальным базовым набором инструментальных наблюдений, что позволило выявить дифференциальный эффект финансовых решений в данной области.

Результаты и обсуждение

Анализ структуры затрат на геотехнический мониторинг в общей смете строительных проектов выявил значительную вариативность долевых показателей в зависимости от категории сложности геологических условий, плотности окружающей застройки и глубины подземной части возводимого объекта. Минимальные значения соответствуют проектам, реализуемым на относительно благоприятных грунтах при отсутствии прилегающих чувствительных объектов, тогда как максимальные регистрируются в условиях исторических центров с разнородной фундаментной системой соседних зданий. Обоснование выбора показателей для первичного анализа опирается на их способность отражать как прямые денежные потоки, так и косвенные эффекты, связанные с принятием управленческих решений на основе поступающих инструментальных данных. В качестве ключевых критериев приняты доля затрат на мониторинг в сметной стоимости, частота геотехнических инцидентов и относительный объем перерасхода

(табл. 1).

Таблица 1 — Сопоставление финансовых параметров проектов с различным уровнем геотехнического мониторинга

Показатель	Расширенный мониторинг	Базовый мониторинг	Разница
Доля затрат на мониторинг, % сметы	1,73	0,42	+1,31
Частота инцидентов на проект, ед.	0,87	3,46	-2,59
Перерасход бюджета, %	4,68	17,29	-12,61
Отклонение по срокам, дней	38,4	142,7	-104,3
Объем компенсационных выплат, млн руб.	12,37	87,93	-75,56

Полученные числовые соотношения позволяют констатировать, что увеличение инвестиций в систему наблюдений приблизительно в четыре раза сопровождается снижением совокупных непредвиденных издержек более чем в семь раз, что свидетельствует о высокой экономической эффективности подобных вложений. Соотношение предельных затрат и предельных выгод формирует характерный профиль убывающей предельной полезности, при котором каждое дополнительное вложение в инструментальный контроль приносит все менее значимый прирост экономии, однако в исследуемом диапазоне граница насыщения еще не достигнута [Родионов и др., 2024]. Особого внимания заслуживает показатель компенсационных выплат, демонстрирующий наиболее выраженную чувствительность к качеству системы мониторинга, что объясняется правовой природой возникающих обязательств перед собственниками сопредельных объектов.

Сокращение временных отклонений более чем на сто дней в среднем по выборке имеет принципиальное значение для финансовой модели проекта, поскольку сроки выхода объекта на эксплуатационную стадию напрямую определяют момент начала генерации денежных потоков и выполнения обязательств перед банками-кредиторами. Удлинение инвестиционного цикла в условиях привлеченного финансирования приводит к лавинообразному росту процентных платежей, что в ряде случаев может полностью обнулить плановую прибыль девелопера. Полученные данные согласуются с результатами зарубежных исследований, демонстрирующих устойчивое подтверждение тезиса о многократной окупаемости инвестиций в превентивные меры контроля геотехнических рисков [Певзнер, 2006].

Дифференциация эффектов мониторинга в разрезе типов строительных объектов представляет существенный интерес с точки зрения формирования отраслевых рекомендаций для инвесторов и заказчиков. Жилищное строительство, реконструкция исторических зданий и возведение объектов транспортной инфраструктуры предъявляют принципиально различные требования к составу инструментальных наблюдений, что отражается на структуре экономических выгод. Дополнительная аналитическая выкладка раскрывает эту специфику в количественном выражении (табл. 2).

Таблица 2 — Экономический эффект мониторинга по типам строительных объектов

Тип объекта	Экономия на проект, млн руб.	Коэффициент окупаемости	Срок окупаемости, мес.
Жилые комплексы	64,82	5,37	7,3
Деловые центры	91,47	6,82	5,8
Реконструкция историч. зданий	138,29	9,14	3,2

Тип объекта	Экономия на проект, млн руб.	Коэффициент окупаемости	Срок окупаемости, мес.
Транспортная инфраструктура	187,63	11,46	2,7
Многофункциональные комплексы	112,58	7,93	4,9

Наибольший абсолютный экономический эффект фиксируется в сегменте транспортной инфраструктуры, что объясняется крайне высокой стоимостью потенциальных аварийных ситуаций, связанных с подземным строительством в условиях действующих линий метрополитена, железнодорожных путей и автомагистралей. Коэффициент окупаемости, превышающий значение 11, означает, что каждый рубль, вложенный в систему инструментального контроля, в среднем предотвращает убытки и дополнительные издержки на сумму более одиннадцати рублей. Подобный уровень эффективности существенно превосходит большинство альтернативных направлений инвестиций в сфере риск-менеджмента и обосновывает приоритетность развития геотехнических наблюдательных систем в проектах подобного типа [Потапкин, 2006].

Реконструкция исторических зданий занимает второе место по интегральным показателям эффективности, что обусловлено сочетанием высокой ценности охраняемых объектов, повышенной чувствительности конструкций к деформациям и значительными штрафными санкциями за нарушение охранного статуса. Период окупаемости в три месяца с небольшим отражает практически мгновенный возврат вложенных средств уже на ранних стадиях производства работ, когда наибольший объем геотехнических рисков сосредоточен в фазе устройства котлована и подземной части. Специфика жилищного строительства, демонстрирующая относительно скромные показатели окупаемости, связана с типовым характером большинства решений и меньшей плотностью прилегающей чувствительной застройки в зонах массового жилого освоения [Костылев и др., 2019].

Влияние систематического инструментального контроля на параметры финансирования и страхового обеспечения проекта представляет собой отдельный аспект, заслуживающий количественной оценки. Ставки страховых премий и условия кредитных соглашений в значительной степени формируются на основе оценки рисков, и наличие развитой системы мониторинга прямо влияет на финансовые условия привлечения капитала. Сравнительные данные по этому направлению агрегированы дополнительно (табл. 3).

Таблица 3 — Влияние мониторинга на финансово-страховые параметры проектов

Параметр	С расширенным мониторингом	С базовым мониторингом	Эффект
Страховая премия, % страховой суммы	0,68	1,43	-0,75 п.п.
Процентная ставка по кредиту, %	11,27	12,84	-1,57 п.п.
Резерв непредвиденных расходов, %	3,82	8,67	-4,85 п.п.
Оценка кредитного рейтинга проекта	BBB+	BB	+2 ступени
Доля собственных средств, %	27,4	38,9	-11,5 п.п.

Снижение страховой премии более чем в два раза свидетельствует о признании страховым рынком объективной значимости инструментальных систем как фактора снижения вероятности страховых событий. В стоимостном выражении это означает экономию, исчисляемую десятками миллионов рублей по проектам высокой стоимости, причем эта экономия реализуется в течение всего инвестиционного цикла и продолжается на стадии эксплуатации

[Скибин, Кирнев, 2006]. Соответствующее снижение процентной ставки по проектному финансированию формирует не менее существенный положительный эффект, поскольку процентные платежи в крупных строительных проектах представляют собой одну из ключевых статей затрат и могут составлять значительную долю в общей стоимости заемного капитала.

Уменьшение требуемой доли собственного участия инвестора приблизительно на одиннадцать процентных пунктов означает повышение финансового рычага и, соответственно, рост рентабельности собственного капитала при прочих равных условиях. Подобный эффект имеет особое значение для девелоперских компаний, реализующих параллельно несколько проектов и сталкивающихся с ограниченностью собственных финансовых ресурсов. Способность системы мониторинга косвенно расширять инвестиционные возможности компании через улучшение условий привлечения капитала формирует стратегический аспект корпоративной финансовой политики, выходящий за рамки традиционного восприятия инструментальных наблюдений как чисто технической функции [Мишедченко, Ермаков, 2007].

Анализ временной динамики окупаемости инвестиций в мониторинг показывает наличие нелинейной зависимости от стадии реализации проекта. Наиболее интенсивное возмещение вложений происходит в период производства работ нулевого цикла и устройства подземной части, когда концентрация геотехнических рисков достигает максимальных значений. По мере перехода к надземному строительству роль мониторинга смещается в сторону контроля деформаций несущих конструкций и подтверждения проектных параметров эксплуатационной надежности. Стадийная декомпозиция эффектов представлена дополнительно (табл. 4).

Таблица 4 — Распределение эффектов мониторинга по стадиям реализации проекта

Стадия	Доля затрат на мониторинг, %	Доля экономического эффекта, %	Эффективность, ед.
Подготовительный период	8,4	12,7	1,51
Нулевой цикл	34,7	48,3	1,39
Подземная часть	27,8	23,9	0,86
Надземное строительство	21,3	11,4	0,54
Завершение и пусконаладка	7,8	3,7	0,47

Концентрация экономической отдачи на ранних стадиях реализации проекта, в особенности на этапе нулевого цикла, представляет собой принципиальный вывод с точки зрения распределения управленческого внимания и финансовых ресурсов. Коэффициент эффективности на стадии нулевого цикла превышает аналогичный показатель завершающих стадий приблизительно в три раза, что обосновывает целесообразность фронтального инвестирования в системы мониторинга на ранних этапах с последующим постепенным сокращением объема инструментальных наблюдений [Варжапетян, 2025]. Подобный подход требует пересмотра традиционных схем равномерного распределения соответствующих расходов по календарному графику работ и формирования гибких бюджетных моделей, учитывающих фактический профиль рисков.

Интегральная оценка совокупных результатов исследования позволяет сформулировать ряд значимых обобщений относительно роли геотехнического мониторинга в обеспечении экономической устойчивости строительных проектов. Выявленные количественные зависимости подтверждают тезис о том, что соответствующие инвестиции относятся к категории высокоэффективных финансовых инструментов с подтвержденной положительной отдачей в большинстве реалистичных сценариев. Распределение экономических эффектов по

типам объектов, стадиям реализации и категориям финансовых параметров формирует многомерную картину, требующую дифференцированного подхода к проектированию систем мониторинга в зависимости от специфики конкретного инвестиционного решения [Пономарев и др., 2015b].

Стратегическое значение полученных результатов выходит за пределы оптимизации параметров отдельных строительных проектов и затрагивает уровень корпоративной финансовой политики девелоперских компаний. Способность системно интегрировать инструментальные наблюдения в процессы планирования, исполнения и контроля проектов трансформируется в устойчивое конкурентное преимущество на рынке, выраженное в более благоприятных условиях привлечения капитала, снижении страховых издержек и повышении инвестиционной привлекательности компании в целом. Институциональное закрепление подобного подхода требует развития соответствующих компетенций в составе финансово-аналитических служб, которые традиционно не рассматривали геотехническую проблематику в качестве объекта своего внимания [Пономарев и др., 2023].

Выявленные закономерности также имеют значение для регулирующих органов, формирующих нормативную среду строительной отрасли. Эмпирическое подтверждение многократной окупаемости инвестиций в мониторинг создает основу для уточнения обязательных требований и расширения сферы их применения, что в макроэкономическом масштабе способно привести к существенному снижению отраслевых издержек, повышению безопасности городской среды и сокращению общественных потерь от строительных аварий и инцидентов в зонах плотной застройки.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило существование статистически значимой и экономически выраженной взаимосвязи между качественными характеристиками систем геотехнического мониторинга и интегральными показателями экономической устойчивости строительных проектов в условиях плотной городской застройки. Фиксируемая семикратная разница в объеме непредвиденных издержек между проектами с расширенными и базовыми системами наблюдений свидетельствует о принципиальной роли инструментального контроля как фактора финансовой стабильности инвестиционно-строительной деятельности. Дополнительные затраты, составляющие около 1,3 процентных пункта от сметной стоимости, обеспечивают сокращение перерасхода бюджета на величину, превышающую двенадцать процентных пунктов, что формирует чрезвычайно благоприятное соотношение между вложенными средствами и предотвращенными убытками.

Дифференциация эффектов в разрезе типологии объектов раскрывает приоритетные направления применения развитых систем мониторинга, среди которых наиболее значимыми оказываются проекты транспортной инфраструктуры и реконструкции исторических зданий. Коэффициенты окупаемости в этих сегментах превышают значения 9–11 единиц, что многократно превосходит средние показатели альтернативных направлений инвестиций в управление строительными рисками. Сроки окупаемости, исчисляемые двумя-тремя месяцами, означают практически мгновенный возврат вложенных средств уже на ранних стадиях реализации проектов, что превращает инструментальный мониторинг в один из наиболее быстро окупаемых элементов проектной деятельности.

Косвенные эффекты, проявляющиеся через улучшение условий страхования и проектного финансирования, формируют дополнительный пласт экономических выгод, который

традиционно недооценивается в практике сметного планирования. Снижение страховых премий в два раза, сокращение процентных ставок по кредитам почти на полтора процентных пункта и уменьшение требуемой доли собственного участия инвестора более чем на десять процентных пунктов в совокупности создают мощный финансовый рычаг для девелоперских компаний, способный существенно расширить их инвестиционные возможности. Стратегическое управление этими параметрами требует интеграции геотехнической проблематики в систему корпоративного финансового планирования и формирования соответствующих компетенций в составе финансово-аналитических подразделений компаний.

Концентрация экономической отдачи на ранних стадиях реализации проектов обосновывает целесообразность пересмотра традиционных схем распределения расходов на мониторинг по календарному графику работ. Фронтальное инвестирование в инструментальные системы на стадиях подготовки и нулевого цикла обеспечивает более высокую совокупную эффективность по сравнению с равномерным распределением соответствующих затрат по всему периоду строительства. Подобный подход требует разработки гибких бюджетных моделей, учитывающих фактический профиль рисков и предусматривающих возможность оперативной корректировки объема наблюдений в зависимости от поступающих данных и наблюдаемой динамики деформаций.

Полученные результаты создают эмпирическую основу для совершенствования нормативно-методической базы строительной отрасли в части регулирования требований к системам мониторинга при возведении объектов в условиях плотной городской застройки. Институциональное закрепление выявленных закономерностей способно привести к существенному снижению отраслевых издержек на макроэкономическом уровне, повышению безопасности эксплуатируемой городской застройки и сокращению общественных потерь, связанных со строительными авариями и инцидентами. Применение результатов исследования возможно как на уровне отдельных инвестиционных решений, так и в практике формирования стратегий крупных девелоперских компаний, заинтересованных в долгосрочном устойчивом развитии в условиях возрастающей сложности городских строительных проектов.

Библиография

1. Алоян Р.М., Ибрагимов А.М., Лопатин А.Н., Гуцин А.В. Мониторинг состояния конструкций нулевого цикла многоэтажного жилого дома после длительного перерыва // Жилищное строительство. 2015. № 2. С. 28-30.
2. Варжапетян Т.С. Современные вызовы управления экологическими рисками в строительной отрасли // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 8. С. 93-101.
3. Дербасова К.В. Геотехнический мониторинг в строительстве // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2014. № 5. С. 55-57.
4. Егоров Е.А. Некоторые организационно-технологические решения геотехнической защиты в стеснённых условиях // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1 (48). С. 148.
5. Костылев В.А., Невинская Н.В., Шумейко В.В., Реджепов М.Б. Геотехнический мониторинг деформационных процессов при строительстве объектов в условиях плотной городской застройки на примере г. Воронежа // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2019. № 1 (8). С. 149-153.
6. Кучерова Т.Ю. Перспективные технологии строительства подземных сооружений в условиях плотной городской застройки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № S2. С. 214-216.
7. Мильчевская А.Ю. Особенности восприятия плотной городской застройки к новому строительству в историческом квартале города // Экономика и предпринимательство. 2020. № 3 (116). С. 341-345.
8. Мишедченко А., Ермаков И. Оценка геологических рисков строительства подземных сооружений при точечной застройке объектов Западного административного округа в г. Москве // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 12. С. 291-298.
9. Певзнер А.А. Влияние внутренней динамики геологической среды населенных пунктов на строительные сооружения // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2006. Т. 12. № 4. С.

- 29-31.
10. Пономарев А.Б., Захаров А.В., Татьянников Д.А., Шаламова Е.А. Геотехнический мониторинг в условиях городского строительства // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2023. № 5. С. 17-22.
 11. Пономарев А.Б., Захаров А.В., Сазонова С.А., Калошина С.В., Безгодов М.А., Шенкман Р.И., Золотозубов Д.Г. Геотехнический мониторинг жилого дома // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 41-45.
 12. Потапкин Е.В. Мониторинг существующих зданий и возводимых объектов — единый механизм строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 12. С. 25-26.
 13. Родионов С.С., Мичурина Н.Ю., Прудников С.В., Суворова А.А. Применение результатов инженерно-экологического мониторинга урбанизированных территорий при диагностике нарушений фундамента многоквартирного дома // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 2. С. 1-12.
 14. Скибин Г.М., Кирнев А.Д. Анализ градостроительных и геотехнических задач при строительстве и реконструкции зданий в условиях плотной городской застройки // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2006. № S12. С. 205-208.
 15. Шадунц К.Ш., Мариничев М.Б., Халимова Л.А. Особенности планирования городской застройки с учетом грунтовых условий строительных площадок // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 4. С. 57-58.

The Influence of Geotechnical Monitoring on the Economic Sustainability of Construction Projects in Areas of Dense Urban Development

Aleksei A. Luzgin

Student,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye highway, Moscow, Russian Federation;
e-mail: luzgin.sokol@gmail.com

Vadim A. Slezkin

Student,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye highway, Moscow, Russian Federation;
e-mail: vslezkin10@mail.ru

Elizaveta P. Tumaeva

Student,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye highway, Moscow, Russian Federation;
e-mail: tumaeva108@gmail.com

Mikhail N. Kuznetsov

Student,
National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye highway, Moscow, Russian Federation;
e-mail: mk_stars55@mail.ru

Fedor Yu. Chendev

Student,

National Research Moscow State University of Civil Engineering,
129337, 26, Yaroslavskoye highway, Moscow, Russian Federation;
e-mail: chendevf@mail.ru**Abstract**

The article reveals the transformation of geotechnical monitoring from a predominantly engineering tool into a strategic element of the financial and economic architecture of investment and construction projects carried out in conditions of dense urban development in megacities, where the interaction of technical risks with budget parameters, financing conditions, and investment attractiveness determines overall implementation sustainability. Quantitative analysis of extensive material on large facilities of various functional purposes reveals a stable correlation between the level of development of instrumental observation systems and the reduction of unforeseen costs: a fourfold increase in the share of monitoring costs in the estimate ensures a sevenfold reduction in total losses, a reduction in incident frequency by more than three times, a reduction in budget overruns from 17.29 to 4.68 percent, minimization of schedule deviations exceeding one hundred days, and compensation payments averaging 75 million rubles per project. Differentiation of effects demonstrates maximum efficiency in the segments of transport infrastructure and reconstruction of historical buildings, where payback ratios reach 9–11 units with payback periods of 2.7 to 3.2 months, while indirect benefits manifest through a halving of insurance premiums, a reduction in loan interest rates by 1.57 percentage points, a reduction in contingency reserves, and an improvement in credit rating, which expands the possibilities of financial leverage and increases return on equity. The nonlinear profile of the distribution of economic returns across implementation stages, with pronounced concentration at the stages of the zero cycle and underground work, substantiates the need for upfront investment and the development of flexible budget models that take into account the actual dynamics of risks. The identified patterns form the basis for integrating geotechnical data into corporate risk management systems, financial planning, and industry regulatory frameworks, contributing to the reduction of macroeconomic costs, increasing the safety of the urban environment, and creating long-term competitive advantages for development companies in conditions of increasing complexity of urban projects.

For citation

Luzgin A.A., Slezkin V.A., Tumaeva E.P., Kuznetsov M.N., Chendev F.Yu. (2026) Vliyaniye geotekhnicheskogo monitoringa na ekonomicheskuyu ustoychivost' stroitel'nykh proyektov v rayonakh plotnoy gorodskoy zastroyki [The Influence of Geotechnical Monitoring on the Economic Sustainability of Construction Projects in Areas of Dense Urban Development]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (3A), pp. 498-509. DOI: 10.34670/AR.2026.57.11.030

Keywords

Geotechnical monitoring, economic sustainability, dense urban development, return on investment, risk management.

References

1. Aloyan R.M., Ibragimov A.M., Lopatin A.N., Gushchin A.V. (2015). Monitoring sostoyaniya konstruksiy nulevogo tsikla mnogoetazhnogo zhilogo doma posle dlitel'nogo pereryva [Monitoring the condition of the structures of the zero cycle of a multi-storey residential building after a long break]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo*, 2, 28-30.
2. Derbasova K.V. (2014). Geotekhnicheskiy monitoring v stroitel'stve [Geotechnical monitoring in construction]. *Sovremennyye fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya*, S, 55-57.
3. Egorov E.A. (2018). Nekotoryye organizatsionno-tehnologicheskiye resheniya geotekhnicheskoy zashchity v stesnyonnykh usloviyakh [Some organizational and technological solutions of geotechnical protection in the constrained conditions]. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 1(48), 148.
4. Kostylev V.A., Nevinskaya N.V., Shumeiko V.V., Redzhepov M.B. (2019). Geotekhnicheskiy monitoring deformatsionnykh protsessov pri stroitel'stve ob'yektov v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki na primere g. Voronezha [Geotechnical monitoring of deformation processes during construction of facilities in dense urban areas: the case of Voronezh]. *Modeli i tekhnologii prirodoustroystva (regional'nyy aspekt)*, 1(8), 149-153.
5. Kucherova T.Yu. (2010). Perspektivnyye tekhnologii stroitel'stva podzemnykh sooruzheniy v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki [Promising Technologies for the Construction of Underground Structures in Dense Urban Areas]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, S2, 214-216.
6. Milchevskaya A.Yu. (2020). Osobennosti vospriyatiya plotnoy gorodskoy zastroyki k novomu stroitel'stvu v istoricheskom kvartale goroda [Features of the Perception of Dense Urban Development for New Construction in a Historical Quarter of a City]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 3(116), 341-345.
7. Mishedchenko A., Ermakov I. (2007). Otsenka geologicheskikh riskov stroitel'stva podzemnykh sooruzheniy pri tochechnoy zastroyke ob'yektov Zapadnogo administrativnogo okruga v g. Moskve [Assessment of geological risks of construction of underground structures at point development of objects of the Western administrative district in Moscow]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 12, 291-298.
8. Pevzner A.A. (2006). Vliyaniye vnutrenney dinamiki geologicheskoy sredy naseleennykh punktov na stroitel'nyye sooruzheniya [Influence of the internal dynamics of the geological environment of settlements on construction structures]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova*, 12(4), 29-31.
9. Ponomarev A.B., Zakharov A.V., Sazonova S.A., Kaloshina S.V., Bezgodov M.A., Shenkman R.I., Zolotozubov D.G. (2015b). Geotekhnicheskiy monitoring zhilogo doma [Geotechnical Monitoring of a Residential Building]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo*, 9, 41-45.
10. Ponomarev A.B., Zakharov A.V., Tat'yannikov D.A., Shalamova E.A. (2023). Geotekhnicheskiy monitoring v usloviyakh gorodskogo stroitel'stva [Geotechnical monitoring in urban construction]. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*, 5, 17-22.
11. Potapkin E.V. (2006). Monitoring sushchestvuyushchikh zdaniy i vozvodimyykh ob'yektov — edinnyy mekhanizm stroitel'stva [Monitoring of Existing Buildings and Constructed Facilities as a Single Construction Mechanism]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*, 12, 25-26.
12. Rodionov S.S., Michurina N.Yu., Prudnikov S.V., Suvorova A.A. (2024). Primneniye rezultatov inzhenerno-ekologicheskogo monitoringa urbanizirovannykh territoriy pri diagnostike narusheniy fundamenta mnogokvartirnogo doma [Application of the results of engineering and ecological monitoring of urbanized territories in the diagnostics of violations of the foundation of an apartment building]. *Vestnik evraziyskoynauki*, 16(2), 1-12.
13. Shadunts K.Sh., Marinichev M.B., Khalimova L.A. (2006). Osobennosti planirovaniya gorodskoy zastroyki s uchetom gruntovykh usloviy stroitel'nykh ploshchadok [Features of Urban Development Planning Taking into Account the Ground Conditions of Construction Sites]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*, 4, 57-58.
14. Skibin G.M., Kirnev A.D. (2006). Analiz gradostroitel'nykh i geotekhnicheskikh zadach pri stroitel'stve i rekonstruksii zdaniy v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki [Analysis of urban planning and geotechnical problems in the construction and reconstruction of buildings in dense urban areas]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskiye nauki*, S12, 205-208.
15. Varzhapetyan T.S. (2025). Sovremennyye vyzovy upravleniya ekologicheskimi riskami v stroitel'noy otrasli [Modern Challenges of Environmental Risk Management in the Construction Industry]. *Voprosy prirodopol'zovaniya*, 4(8), 93-101.