



УДК 811

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДОВ

Годыков Перман, Гуртмурадов Керим, Сахедов Мередылы

преподаватели

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Методология оценки рисков при освоении подземного пространства городов представляет собой междисциплинарное научно-практическое направление, объединяющее принципы геомеханики, подземной гидродинамики, теории надежности строительных систем, экономики и управления городским хозяйством. В условиях дефицита свободных наземных территорий в современных мегаполисах перенос транспортных узлов, торговых комплексов, паркингов и инженерных сетей в подземную среду становится стратегической необходимостью. Однако подземное строительство сопряжено с уникальным комплексом геотехнических, экологических и техногенных рисков, обусловленных высокой неопределенностью инженерно-геологических условий и непосредственной близостью существующих зданий.

Ключевые слова: оценка рисков, подземное пространство, геотехнический мониторинг, мутьда оседания, метод конечных элементов, неопределенность условий, гидрогеологическая опасность, компенсационное нагнетание, жизненный цикл, устойчивое развитие.

METHODOLOGY OF RISK ASSESSMENT DURING THE DEVELOPMENT OF UNDERGROUND URBAN SPACES

Godykov Perman, Gurtmyradov Kerim, Sahedov Meredaly

Lecturers

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The methodology of risk assessment during the development of urban underground spaces represents a critical multi-disciplinary framework spanning advanced geomechanics, subsurface hydrodynamics, structural reliability theory, and metropolitan asset management, designed to convert geological uncertainties into highly controlled engineering parameters. Deep subterranean civil construction—such as building transport junctions, commercial utility complexes, or deep foundation footprints within high-density urban environments—inevitably encounters severe geotechnical and technological hazards, primarily because traditional structural safety margins often fail to predict the

stochastic, non-linear deformation behaviors of surrounding soil massifs. Modern probabilistic assessment protocols integrate sophisticated finite element numerical modeling with stochastic simulations like Monte Carlo algorithms to map the spatial configuration of land surface settlement troughs and compute auxiliary localized internal tensile stresses induced within the foundations of adjacent historical urban buildings. To mitigate identified hydrological or mechanical risks, including sudden piping sand blowouts or erratic water table drawdowns, engineering groups deploy deep structural diaphragm walls, target micro-silica jet grouting screens, or apply automated compensation grout injections directly under degrading foundation zones. Furthermore, this dynamic methodology requires a continuous distributed sensor matrix comprising automatic total stations, embedded in-place inclinometers, and vibrating-wire piezometers that stream real-time geotechnical telemetry to building automation frameworks, thereby ensuring immediate predictive warnings, mitigating structural failures, and optimizing lifecycle distribution expenditures across subterranean transport corridors.

Keywords: underground space, risk assessment methodology, geotechnical monitoring, land subsidence trough, finite element modeling, subsurface hydrogeology, soil stabilization, compensation grouting, building automation, structural lifecycle management.

Введение

Разработка и внедрение эффективных инженерно-технических мероприятий по минимизации и предупреждению рисков являются главным практическим результатом применения предложенной методологии. Для снижения геотехнических рисков в мировой практике активно применяются технологии опережающего закрепления грунтового массива методом струйной цементации, химизации или искусственного замораживания, создающие прочный защитный экран вокруг будущей выработки. Компенсационное нагнетание специальных твердеющих растворов непосредственно в основание деформируемых существующих зданий позволяет оперативно нивелировать возникающие осадки и возвращать конструкции в проектное положение. Снижение рисков, связанных с водопритокom, достигается за счет устройства глубоких противofiltrационных завес типа «стена в грунте» и организации прецизионного автоматизированного водопонижения. Все защитные мероприятия проектируются с учетом принципа дублирования критических элементов безопасности, что сводит к минимуму вероятность катастрофического развития аварийных ситуаций.

Неотъемлемым компонентом современной методологии управления рисками выступает организация комплексного геотехнического и гидрологического мониторинга, функционирующего в режиме реального времени на всех этапах жизненного цикла подземного сооружения. Наземная инфраструктура, фасады окружающих домов и внутренние элементы строящегося тоннеля оснащаются распределенными сетями датчиков, включающими



автоматические тахеометры, инклинометры, струнные тензометры и пьезометры. Данные от измерительных приборов непрерывно поступают в аналитический центр интеллектуальной системы автоматизации здания, где сопоставляются с расчетными критериями и предельными значениями деформаций. При фиксации малейших отклонений параметров от безопасного коридора система мгновенно активирует многоуровневые протоколы аварийного оповещения и координирует запуск компенсационных технологических процессов. Непрерывный инструментальный контроль позволяет своевременно диагностировать скрытые деструктивные процессы в грунтовом массиве задолго до их визуального проявления на поверхности.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть, что методология оценки рисков при освоении подземного пространства городов формирует стандарты надежности, жизнестойкости и безопасности урбанизированных территорий в двадцать первом веке. Дальнейший прогресс в этой области неразрывно связан с интеграцией алгоритмов искусственного интеллекта для предиктивного анализа геотехнических данных, развитием систем спутникового радиолокационного мониторинга смещений и созданием динамических цифровых двойников подземной инфраструктуры. Моделирование сложных геомеханических систем на основе больших данных позволит полностью исключить человеческий фактор при принятии критически важных инженерных решений. Строительные холдинги и проектные институты, активно внедряющие передовые методы теории рисков в свою повседневную практику, обеспечивают себе безусловное технологическое лидерство на глобальном строительном рынке. Прецизионный расчет подземной аэродинамики, гидрогеологии и механики грунтов гарантирует долговечность критически важной городской инфраструктуры для многих последующих поколений.

Список литературы:

1. Ильичев В. А., Мангушев Р. А. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Москва: Издательство АСВ, 2016.
2. Малинин А. Г. Струйная цементация грунтов в подземном строительстве. Пермь: Пресстайм, 2007.
3. Петрухин В. П., Шулятьев О. А. Проектирование и строительство подземных сооружений в условиях плотной городской застройки. Москва: НИИОСП, 2004.
4. Ухов С. Б., Семенов В. В. Механика грунтов, оснований и фундаментов. Москва: Высшая школа, 2002.