

**КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗОЙ ГЕОПОДОСНОВЫ,  
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ НА ВСЕХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА****Н. В. Купчикова, А. С. Таркин, Е. Е. Купчиков**

**Купчикова Наталья Викторовна**, кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе и международной деятельности, заведующая кафедрой экспертизы, эксплуатации и управления недвижимостью, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: kupchikova79@mail.ru;

**Таркин Анатолий Сергеевич**, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

**Купчиков Евгений Евгеньевич**, студент, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация

Контролируемые параметры оснований, фундаментов и конструкций вновь возводимых сооружений, в том числе высотных, в зависимости от геотехнической категории и конструктивно-технологических решений требуют наличия у экспертов-исследователей специализированных узкопрофильных знаний и опыта проведения соответствующих исследований. Глубокий анализ рынка экспертиз показал, что разработка концепции управления при реализации экспертной деятельности в области геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла зависит от следующих факторов: формирования экспертной группы; выбора экспертной методики; подбора машин, механизмов, оборудования, приборов контроля, специализированных мобильных приложений и программных комплексов; планирования программы и мониторинга для руководителя; фиксации результатов и отчётности экспертной группы.

**Ключевые слова:** контролируемые параметры конструкций и грунтов оснований, современные приборы контроля, геотехника, экспертиза геоподосновы.

**THE CONCEPT OF MANAGING THE EXAMINATION OF THE GEO-FOUNDATION,  
FOUNDATIONS AND FOUNDATIONS AT ALL STAGES OF THE LIFE CYCLE****N. V. Kupchikova, A. S. Tarkin, Ye. Ye. Kupchikov**

**Kupchikova Natalya Viktorovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Research and International Affairs, Head of the Department of Expertise, Operation and Management of Real Estate, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: kupchikova79@mail.ru;

**Tarkin Anatoliy Sergeyevich**, undergraduate, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation;

**Kupchikov Yevgeniy Yevgenyevich**, student, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation

Controlled parameters of foundations, foundations and structures of newly erected structures, including high-rise structures, depending on the geotechnical category and structural and technological solutions, require specialized narrow-profile knowledge and research experience from expert prospectors. The research conducted an in-depth analysis of the expertise market, which showed that the development of the management concept when conducting expert activities in the field of geo-foundations, foundations and foundations at all stages of the life cycle depends on: the formation of an expert group; selection of expert methodology; selection of machines, mechanisms, equipment and control devices, specialized mobile applications and software systems; program planning and monitoring for the manager, recording results and reporting of the expert group.

**Keywords:** controlled parameters of structures and foundation soils, modern monitoring devices, geotechnics, examination of the geobase.

Геотехнические исследования заключаются в изучении, обобщении и формулировании глубинных связей развития и генерации новых знаний в области геоподосновы, оснований и фундаментов.

В ранее опубликованных работах подробно рассмотрены методики проведения исследований различных фундаментов мелкого и глубокого заложения с учётом инженерно-геологических, региональных особенностей, оценки деформаций на разных стадиях жизненного цикла, включая объекты незавершённого строительства при различных статических и динамических воздействиях [1–3].

Результаты научного исследования экспертизы геоподосновы, оснований и фундаментов напрямую зависят от выбранного специалистами-геотехниками системного подхода в избрании эффективной стратегии и методов, базирующихся на системных идеях и специализированном понятийном аппарате в области науки [1–13].

Интенсивное распространение цифровых технологий в последние два–три десятилетия, развитие приборостроения в сфере контроля за дефор-

мациями и определение параметрических данных в экспертных геотехнических исследованиях способствовали наиболее глубокому пониманию процессов деформирования и разрушения при усложняющихся видах воздействий на них.

Значительный опыт геотехнического мониторинга с длительными наблюдениями за осадками сооружений и состоянием фундаментных и подземных конструкций, а также с применением большого парка приборов и оборудования отражён в трудах учёных НИИОСП им. Н. М. Герсеванова [4–7].

В работах О. А. Шулятьева [4, 5] приведены примеры наблюдений за фундаментами целых городов в 70–80-х гг. прошлого столетия, например Кемерово, Волгодонска, Москвы и др. В основном разрабатывается комплексная система управления всеми процессами для таких многолетних исследований объектов в сложных инженерно-геологических условиях. При наблюдательном методе проектирования проведение мониторинга является базовой процедурой, на основании которой производится последующая корректировка проектных решений.

Выводы на основе прошлого опыта позволяют экспертам-геотехникам принимать верные проектные, строительные и эксплуатационные решения в будущем.

В работах Н. С. Никифоровой и В. А. Ильичёва [6, 7] показано, что при геотехническом мониторинге многофункционального жилого комплекса с подземным паркингом для наблюдения за плановыми положениями элементов строящейся подземной автостоянки применялся микроnivelир НИ-3, являющийся разработкой Института физики Земли (ИФЗ) РАН. Расположение объектов с указанием микроnivelирных марок на «стене в грунте» подземной автостоянки показаны на рисунке 1 [5]. Усилия в сваях с наибольшими и наименьшими нагрузками на строительной площадке измерялись в арматуре, бетоне, верхней и нижней частях с помощью современных FSG (фольгированного типа) датчиков и струнных, расположенных в арматурном каркасе. Их месторасположение определялось научно-техническим сопровождением совместно с проектной организацией. Результаты использования позволили в натурных исследованиях определить с высокой долей вероятности, что перемещения попадающих в зону влияния строительства зданий и сооружений не превышают прогнозируемые и предельные значения, регламентируемые нормами.

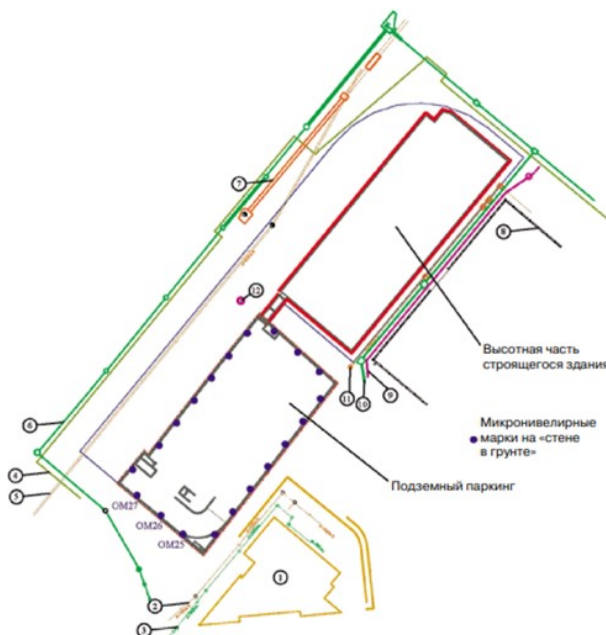


Рис. 1. Расположение объектов мониторинга с указанием микроnivelирных марок на «стене в грунте» подземной автостоянки:

1 - здание по адресу: Ленинский проспект, 97, корп. 1; 2 - ливневая канализация ( $d = 400$  мм); 3 - ливневая канализация ( $d = 200$  мм); 4 - газопровод ( $d = 250$  мм,  $d = 273$  мм); 5 - водосток ( $d = 600$  мм); 6 - канализация самотечная ( $d = 350$  мм); 7 - водосток ( $d = 1000-1200$  мм); 8 - ограждение территории посольства Германии; 9 - водопровод ( $d = 300$  мм); 10 - канализация ( $d = 300$  мм); 11 - водосток ( $d = 400$  мм); 12 - опора ЛЭП

В работе И. В. Ковпака и Н. Е. Титова подробно описан опыт осуществления специализированной организацией геоконтроля в процессе строительства и эксплуатации свайных оснований высотных

сооружений, проведенного в 2006–2007 гг. на объекте «Москва-Сити». Система геоконтроля включала в себя организацию гидронаблюдательных скважин (рис. 2), сейсмическое профилирование, ультразвуковой каротаж, оценку контакта свай с грунтом, тензометрию. Для такого типа сооружений система геоконтроля базировалась на двух этапах: в период строительства выполнялась оценка качества укрепительной цементации подсвайного массива горных пород, контроль геометрических характеристик свай и оценка контакта свай с массивом, а в период эксплуатации осуществлялся контроль основных фильтрационных характеристик – направления потока и скорости фильтрации грунтовых вод.

Проведенные работы первого этапа геоконтроля позволили определить основные физико-механические, акустические и гидрологические параметры подсвайного массива, осуществить эффективный технологический контроль и управление процессом укрепительной цементации пород основания и разместить в них под основанием сооружения закладные элементы конструкции для последующей эффективной системы эксплуатационного геоконтроля.

Эффективность выбора методики проведения исследований при выполнении экспертизы геоподсонов, оснований и фундаментов зависит и от правильности применения специальных проектно-вычислительных комплексов, в которых отражаются и используются самые современные достижения по расчету и проектированию оснований и подземных сооружений. Рынок программных средств фактически сформировался и продолжает непрерывно развиваться. Существуют сотни программных продуктов САПР, специализированных и универсальных. Реализация сложных геотехнических расчетов численными методами при помощи программных продуктов базируется в основном на методе конечных, граничных и реже суперэлементов (МКЭ; МСЭ; МГЭ).

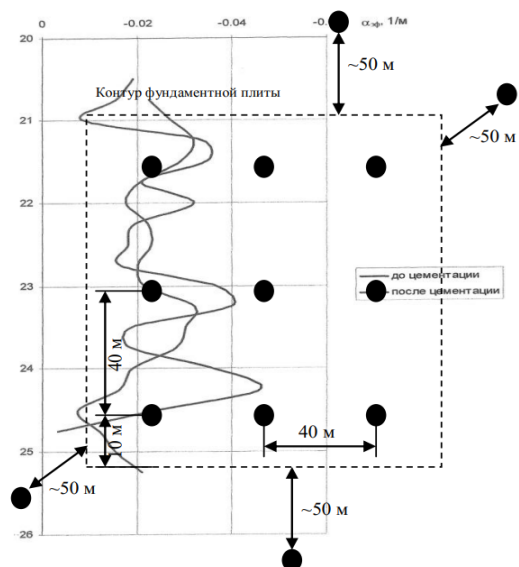


Рис. 2. Схема расположения гидронаблюдательных скважин на объекте «Москва-Сити»

Решение сложных геотехнических задач в экспертных исследованиях напряжённо-деформированного состояния грунтовых оснований, подземных конструкций и сооружений в пространственной постановке при различных типах нагрузок в численном моделировании осуществляют с помощью различных программных средств: MIDAS GTS NX (рис. 3), FEMAP NE/NASTRAN, ABAQUS, COSMOS, ЛИРА, FEM/MODELS, SCAD, ANSYS, Z/SOIL, URAN, PLAXIS и др.

Во всех существующих программных комплексах расчет фундамента и подземных сооружений

сводится к следующему: подготовке данных к расчетам (препроцессор), численному решению пространственных контактных задач взаимодействия фундаментных конструкций с грунтом, эффективной визуализации промежуточных расчетов (для оценки качества решения и корректировки проектных параметров в случае неудовлетворения решения предъявленным требованиям) и оформлению окончательных результатов в виде иллюстраций и таблиц [1].

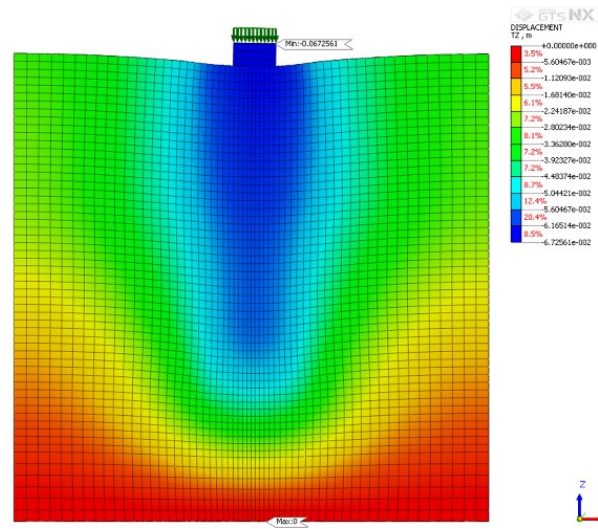
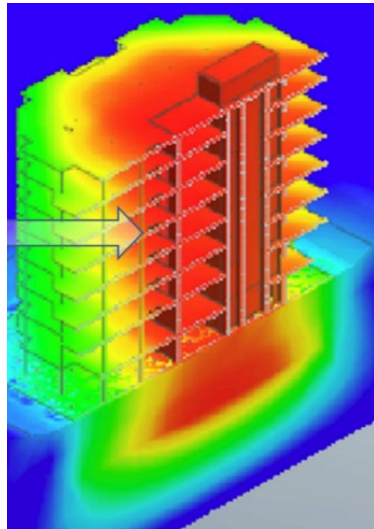


Рис. 3. Напряжённо-деформированное состояние подземной части зданий в грунтовом пространстве в MIDAS GTS NX

Основной технологией проектирования в области архитектуры и строительства становится BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания, подход к проектированию, возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта). Данный подход предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект (рис. 4). Накопление информационной базы в формате 3D для специалистов в области геотехники является важной составляющей базы данных для принятия концептуальных решений.

Своевременное выявление изменения контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований в комплексной методике позволяет определить план дальнейших исследований по предотвращению недопустимых деформаций оснований и фундаментов с учётом региональных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических характеристик.

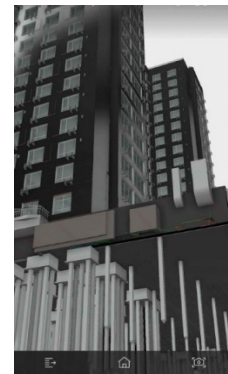


Рис. 4. BIM-модель подземного пространства многоэтажного жилого здания в Revit

### Выводы

В исследовании проведён глубокий анализ рынка экспертиз, который показывает, что разработка концепции управления при реализации экспертной деятельности в области геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла зависит от следующих факторов:

- формирования экспертной группы;
- выбора экспертной методики;
- подбора машин, механизмов, оборудования и приборов контроля, специализированных мобильных приложений и программных комплексов;
- планирования программы и мониторинга для руководителя, фиксации результатов и отчётности экспертной группы (рис. 5).



Рис. 5. Схема концепции управления и формирования экспертной группы в экспертизе геоподосновы, оснований и фундаментов

При этом контролируемые параметры оснований, фундаментов и конструкций вновь возводимых сооружений, в том числе высотных, в зависимости от геотехнической категории и конструктивно-технологических решений требуют наличия у экспертов-изыскателей специализированных узкопрофильных знаний и опыта проведения исследований. Механизмы подбора экспертов (геологов,

гидрогеологов, изыскателей, проектировщиков, инженеров-строителей, специалистов по эксплуатации, экспертов по неразрушающему контролю, исследователей, юристов, оценщиков и т. д.) должны осуществляться по различным параметрам комплексной методики из экспертной базы.

#### Список литературы

1. Купчикова Н. В. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения: региональные особенности учёта и оценки деформаций при эксплуатации / Н. В. Купчикова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 4 (30). – С. 85–89.
2. Купчикова Н. В. Экспертиза геоподосновы и свайных фундаментов объектов незавершённого строительства / Н. В. Купчикова, Е. В. Гурова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 4 (34). – С. 73–78.
3. Купчикова Н. В. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов глубокого заложения: региональные особенности учёта и оценки деформаций при эксплуатации / Н. В. Купчикова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 3 (33). – С. 63–68.
4. Шулятьев О. А. Опыт строительства многофункционального жилого комплекса / О. А. Шулятьев, О. Н. Исаев, Д. В. Наятов, Р. Ф. Шарафутдинов // Жилищное строительство. – 2015. – № 9. – С. 21–29.
5. Шулятьев О. А. Основные принципы расчета и конструирования плитных и свайных фундаментов высотных зданий : дис. ... д-ра техн. наук / О. А. Шулятьев. – М., 2019.
6. Ильичев В. А. Мониторинг строительства многофункционального жилого комплекса с подземной автостоянкой / В. А. Ильичев, Н. С. Никифорова, А. В. Коннов, В. Р. Иртуганова // Жилищное строительство. – 2016. – № 6. – С. 29–32.
7. Il'ichev V. A. The current state of foundations and bed soil of the fortresswalls and towers of the Moscow Kremlin / V. A. Il'ichev, N. S. Nikiforova, V. V. Dmitriev, S. V. Devyatov, T. D. Shvets, E. A. Kostyukov // Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2016. – № 3. – С. 21–27.
8. Травуш В. И. Моделирование поведения сплошного вертикального структурного геотехнического массива – разделительного экрана / В. И. Травуш, В. С. Федоров, О. А. Маковецкий // Строительство и реконструкция. – 2021. – № 1 (93). – С. 65–73.
9. Колчунов В. И. Понятийная иерархия моделей в теории сопротивления строительных конструкций / В. И. Колчунов, В. С. Федоров // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 8. – С. 16–23.
10. Travush V. I. Theoretical substantiation of the mechanism patterns of the manmade base "structural geotechnical solid" / V. I. Travush, V. S. Fedorov, O. A. Makovetskiy // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2020. – Т. 16, № 4. – С. 103–110.
11. Fyodorov V. S. Computer simulation of composite beams dynamic behavior / V. S. Fyodorov, V. N. Sidorov, E. S. Shepitko // Materials Science Forum. – 2019. – Vol. 974. – P. 687–692. DOI 10.4028/www.scientific.net/MSF.974.687.
12. Федоров В. С. Элементы теории расчета железобетонных составных конструкций / В. С. Федоров, Х. З. Баширов, В. И. Колчунов // Academia. Архитектура и строительство. – 2014. – № 2. – С. 116–118.
13. Егорушкин В. А. Биосферная совместимость. Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека / В. А. Егорушкин, А. В. Городков, В. С. Федоров, В. Н. Азаров // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 10. – С. 71–72.

© Н. В. Купчикова, А. С. Таркин, Е. Е. Купчиков

#### Ссылка для цитирования:

Купчикова Н. В., Таркин А. С., Купчиков Е. Е. Концепция управления экспертизой геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1 (39). С. 101–104.