

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 624.131

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ БОЛЬШОГО ТЕАТРА В МОСКВЕ

© 2020 г. И. В. Козлякова^{1,*}, О. Н. Еремина¹, Н. Г. Анисимова¹, И. А. Кожевникова¹

¹ Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Уланский пер. 13, стр.2, Москва, 101000 Россия

*E-mail: kozlyakova@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.03.2020 г.

После доработки 13.04.2020 г.

Принята к публикации 22.04.2020 г.

Статья посвящена геологическим аспектам создания подземной части здания Большого театра при его реконструкции. Показано насколько масштабным было изменение основания здания. Дана характеристика инженерно-геологических условий участка реконструкции, и установлено, что основная геологическая опасность в его пределах заключалась в возможности проявления карстово-суффозионных процессов. В рамках проведенной оценки воздействия на окружающую среду проекта реконструкции здания, авторами было детально изучено геологическое строение участка на различных уровнях освоения подземного пространства под зданием. На основании результатов исследований строительный котлован и ограждающая “стена в грунте” были запроектированы с учетом глубины залегания слабopоницаемых глинистых толщ, что позволило исключить возможность развития карстово-суффозионного процесса в основании здания театра после его реконструкции.

Ключевые слова: реконструкция, Большой театр, инженерно-геологические условия, геотехногенный массив, “стена в грунте”, карстово-суффозионный процесс

DOI: 10.31857/S0869780920040050

ВВЕДЕНИЕ

Москва принадлежит к числу интенсивно развивающихся мегаполисов, в пределах которого строятся уникальные сооружения, здания повышенной ответственности, реализуются наиболее современные архитектурные проекты. В последние годы идет активное освоение подземного пространства города: прокладываются новые линии метро, автомобильные тоннели, сооружаются здания с несколькими подземными этажами.

На урбанизированных территориях происходит интенсивное техногенное изменение геологической среды, активизируются природные и формируются новые геологические процессы, в том числе и природно-техногенные, и техногенные. Из-за большой плотности населения, жилой, административной и промышленной застройки на территориях городов значительно возрастает опасность проявления любых геологических процессов и экономический риск от их проявления. Геологами-урбанистами, к которым можно отнести и специалистов в области инженерной геологии и геоэкологии, за последние десятилетия накоплен большой опыт оценки опасных геологических процессов в городах, основным методом изучения которых на ранних предпроектных стадиях изысканий является районирование и специальное картографирование

территорий [8, 10, 11, 14–16]. В Московском мегаполисе освоение подземного пространства сталкивается с наибольшими сложностями в исторической части города, которая до сих пор остается и его административным центром. Здесь проектирование и строительство крупных подземных сооружений не могут ограничиваться стандартными инженерно-геологическими изысканиями^{1,2} и, как правило, осуществляются при научном сопровождении ученых-геологов [5–7, 13]. При этом важнейшей задачей является сохранение устойчивости окружающих исторических зданий и сооружений. Поэтому любое строительство в историческом центре может начинаться только в том случае, если будет исключено какое-либо его влияние на близлежащие здания и сооружения. В то же время фундаменты многих старых зданий укрепляют или полностью реконструируют, применяя современные технологии и материалы.

¹ Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве. М.: Правительство Москвы – Москомархитектура, 2004. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814107.htm>

² Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. М., 1984. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200065973>

Несколько лет назад в г. Москве после длительной и масштабной реконструкции возобновил свою деятельность знаменитый Государственный Академический Большой театр. В проекте реконструкции помимо прочих задач (восстановление исторического облика, ремонт и реставрация) стояла задача обеспечить театр новыми помещениями. Она была успешно решена за счет использования подземного пространства — создана современная подземная часть здания, при строительстве которой выполнены существенные изменения самого массива горных пород основания. Кроме того, большое внимание было уделено оценке геологических опасностей, тем более что здание театра расположено в одном из наиболее сложных по инженерно-геологическим условиям районе Москвы [1, 2, 6]. Оценка воздействия на окружающую среду при реконструкции театра (ОВОС) осуществлялась при непосредственном участии специалистов Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МОСКВЫ

Территория города характеризуется достаточно сложными инженерно-геологическими условиями, которые, в целом, можно считать хорошо изученными. Комплексные инженерно-геологические и геоэкологические исследования в пределах территории г. Москвы в течение многих лет проводилась учеными разных поколений: Б.Н. Даньшиным, Е.М. Сергеевым, Г.А. Голодковской, В.И. Осиповым, В.М. Кутеповым, Г.Л. Коффом, Э.А. Лихачевой и др. [1, 2, 6, 7, 9]. Будучи расположенной в пределах центральной части Русской платформы, территория города не испытывает серьезного воздействия опасных эндогенных процессов; однако экзогенные геологические процессы (ЭГП) оказывают существенное влияние на инженерно-геологические условия города [6, 7]. На территории города достаточно подробно изучены особенности распространения опасных ЭГП, основные из них — оползни, карстово-суффозионный процесс и подтопление [3, 4, 7, 12]. Развитию этих процессов способствуют такие особенности геологического строения территории, как наличие в геологическом разрезе мощной толщи растворимых карбонатных пород каменноугольного возраста, перекрытых песчано-глинистыми отложениями переменной мощности; наличие залегающих относительно близко к поверхности слабопроницаемых юрских глин и четвертичных ледниковых суглинков; присутствие нескольких генераций погребенных палеодолин р. Москвы и ее притоков. Оползни развиваются в бортах речных долин и оврагов и захва-

тывают либо только четвертичные песчано-глинистые отложения (поверхностные оползни), либо всю мезозойско-кайнозойскую песчано-глинистую толщу (глубокие оползни).

Территория города относится к области открытого карста, подверженной воздействию карстово-суффозионных процессов. Карстово-суффозионные процессы развиваются на участках, где закарстованные и трещиноватые каменноугольные карбонатные породы залегают под четвертичными песками или отделены от них слабопроницаемыми слоями юрских и/или каменноугольных глин небольшой мощности. Здесь при определенных условиях возможен суффозионный вынос песков в трещины и полости в известняках и, как следствие, — образование на земной поверхности провалов и мутьдообразных оседаний.

Развитию подтопления способствуют слабопроницаемые глинисто-суглинистые горизонты, присутствующие в разрезе четвертичных и дочетвертичных отложений. Подтопленными считаются территории, где уровень грунтовых вод располагается на глубине 3 м и менее. Наиболее интенсивно процесс подтопления развивается в поймах рек и в районах, где близко от земной поверхности залегает слабопроницаемый слой моренных отложений или юрских глин [7].

СВЕДЕНИЯ О РЕКОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЯ БОЛЬШОГО ТЕАТРА

Общий объем пород, извлеченных при разработке строительного котлована, превысил 200 тыс. м³. Глубина котлована — 20 м, его площадь значительно больше площади современного здания театра. На дне котлована положена железобетонная фундаментная плита, опирающаяся на сваи-барреты. Глубина подошвы “стены в грунте” составляет 25 м. При откопке котлована непосредственно под колоннадой основного здания театра, фойе и зрительным залом грунт не изымался. “Целик” невыбранных пород, представляющий собой массив грунта прямоугольного сечения, со всех сторон был закрыт шпунтовым ограждением. Сохранение старого основания под зрительным залом было основным условием проекта. Это способствовало сохранению уникальной акустики Большого театра. Все ранее существовавшие сооружения были поставлены на железобетонные сваи, основанием которых служат верхнекаменноугольные известняки, укрепленные предварительной цементацией. На участке котлована перед началом его строительства проводилось опережающее осушение пород. С внешней стороны “стены в грунте” для предотвращения барражного эффекта был организован дренаж. Сооружение “стены в грунте” и фундаментной

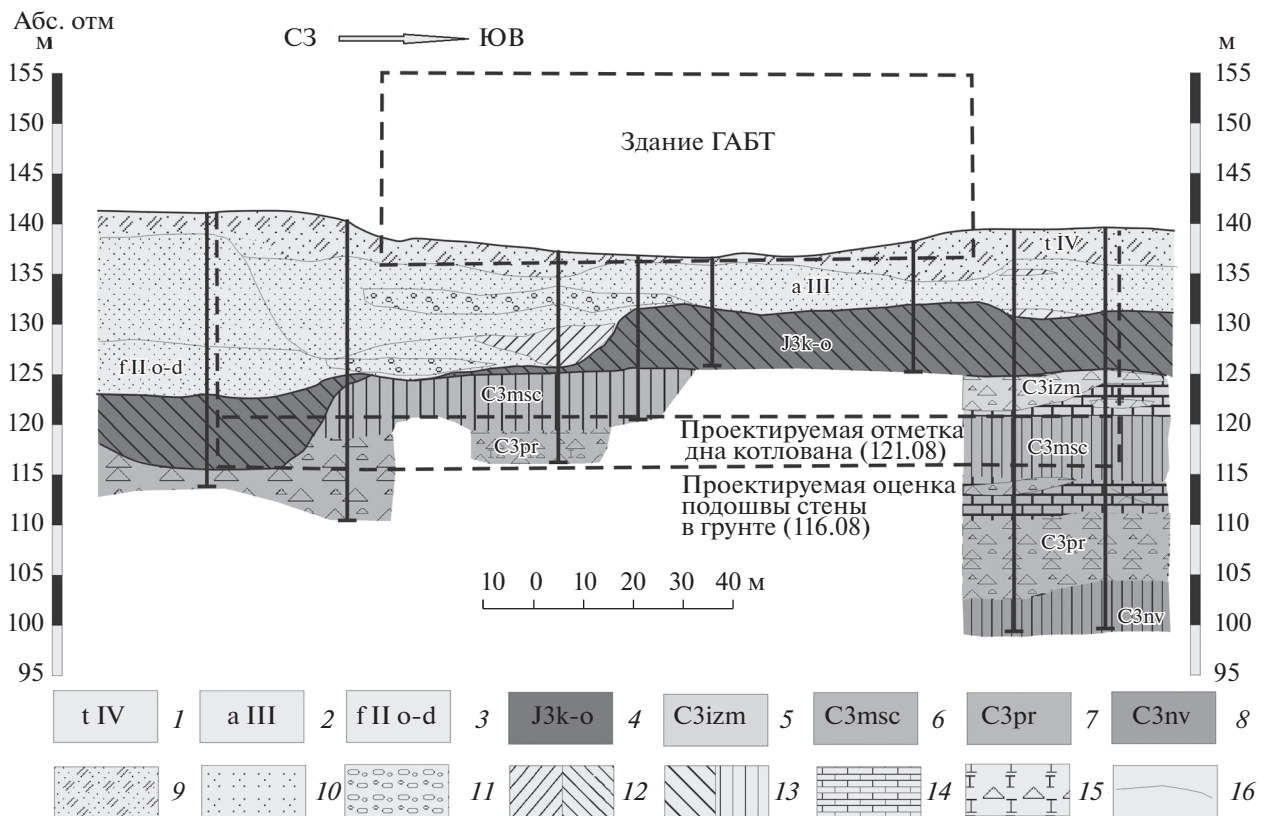


Рис. 1. Геологический разрез участка реконструкции. Условные обозначения. Стратиграфия: 1 – техногенные отложения, 2 – аллювий долины р. Неглинной, 3 – флювиогляциальные отложения окско-днепровского возраста, 4 – верхнеюрские отложения келловейского и оксфордского ярусов; верхнекаменноугольные отложения: 5 – измайловская толща, 6 – мещеринская толща, 7 – перхуровская толща, 8 – неверовская толща.

Литология: 9 – насыпные грунты, 10 – песок, 11 – галька, гравий, 12 – суглинок (а – четвертичного возраста, б – верхнеюрского возраста), 13 – глина (а – верхнеюрского возраста, б – верхнекаменноугольного возраста), 14 – известняк, 15 – глыбы, щебень, дресва, мука известняка, 16 – геологические границы.

плиты обеспечили полную гидроизоляцию котлована.

Таким образом, после реконструкции в основании здания Большого театра фактически сформирован геотехногенный массив, где среди толщи пород, находящихся в естественном залегании, расположены крупные железобетонные конструкции ограждающих сооружений, подземной части здания и ее основания. Геотехногенный массив ограничен “стеной в грунте” и имеет площадь около 500 м².

Важнейшей частью инженерно-геологических исследований в проекте реконструкции был анализ изменений геологического строения территории, особенностей вновь созданной природно-техногенной обстановки и возможной активизации экзогенных геологических процессов.

Инженерно-геологические условия участка реконструкции

Здание Большого театра расположено в долине р. Неглинной (левый приток р. Москвы), сложенной толщей аллювиальных преимущественно песчаных пород мощностью до 15 м. Река Неглинная заключена в каменный коллектор и погребена под мощной (более 10 м) толщей насыпных грунтов. Неоднородные по составу техногенные образования распространены здесь повсеместно (рис. 1).

Четвертичные отложения залегают на измененной доледниковой эрозией поверхности, сложенной верхнеюрскими глинами и верхнекаменноугольными известняками, глинами и мергелями. В рельефе поверхности дочетвертичных пород выделяются тальвеги доледниковых притоков пра-Неглинной. В тальвегах и бортах древних эрозионных врезов на дочетвертичную поверхность выходят верхнекаменноугольные терриген-

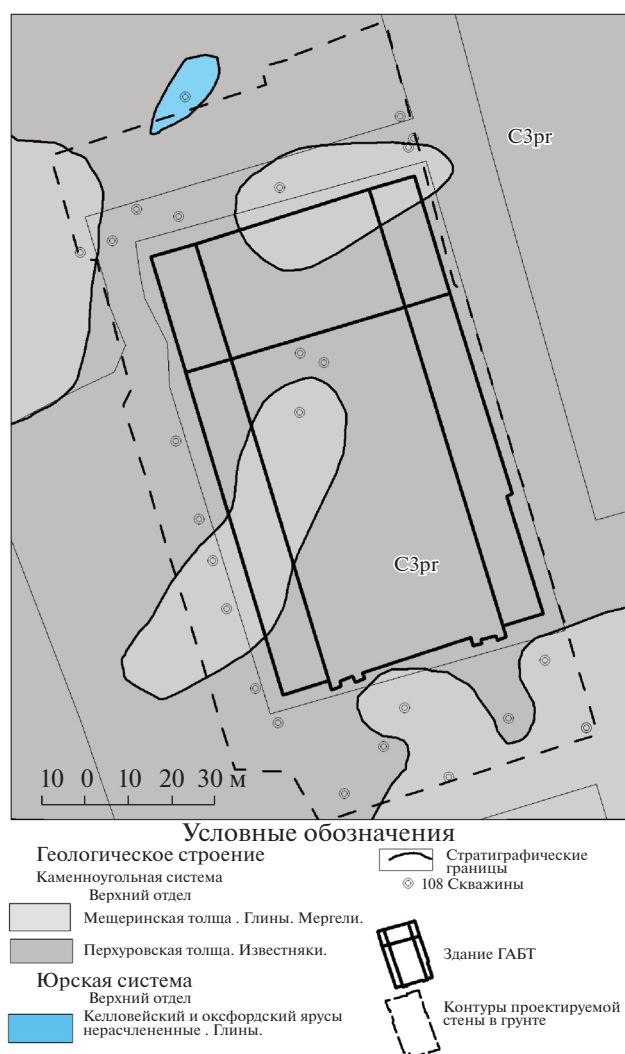


Рис. 2. Фрагмент геологической карты участка работ на абсолютной отметке подошвы “стены в грунте”.

но-карбонатные породы, на остальной территории они залегают под верхнеюрскими глинами [4, 5]. Мощность верхнекаменноугольных и верхнеюрских глин, залегающих на известняках, не превышает 10 м.

Подземные воды на изученной территории представлены надюрским водоносным горизонтом, который большей частью является грунтовым и заключен в аллювиальных песках. На участках прослоев супесей и суглинков в аллювиальных песках формируются маломощные линзы подземных вод типа верховодки. К верхнекаменноугольным известнякам приурочены два водоносных горизонта — измайловский и перхуровский. Воды измайловского горизонта обладают небольшим напором (до 2.5 м), воды перхуровского водоносного горизонта безнапорные, их уровень располагается ниже кровли известняков.

Геологическое строение и гидродинамическая обстановка территории определяют возможное развитие на отдельных участках карстово-суффозионных процессов. Известняки верхнекаменноугольных толщ трещиноваты и закарстованы. Слабопроницаемый слой глин, залегающий на известняках, имеет мощность менее 10 м, а на отдельных участках уничтожен доледниковой эрозией. Выше лежащие четвертичные отложения характеризуются преимущественно песчаным составом и значительной мощностью. Уровень грунтовых вод располагается выше уровней каменноугольных водоносных горизонтов, что свидетельствует о нисходящей вертикальной фильтрации воды через слабопроницаемый слой.

Изменение геологического строения основания здания

Для обоснования проектных решений по освоению подземного пространства и сооружению котлована были составлены геологические карты отложений, залегающих на абсолютных отметках основания фундаментной плиты (дна котлована)³ и подошвы “стены в грунте” (рис. 2 и 3). Картографические исследования проводились сотрудниками ИГЭ РАН в рамках научного сопровождения проекта реконструкции исторического здания. При работе над картами использованы данные как буровых скважин, пройденных при проведении изысканий для проекта реконструкции, так и архивных скважин разных лет из обширной базы геологической информации Москвы [3, 4, 15]. Использованы также карты древнего погребенного рельефа территории города, поскольку проведение буровых работ на участке существующего здания было существенно ограничено [3–5].

Согласно проекту, “стена в грунте” опущена на 5 м ниже дна котлована. Анализ построенных карт показал, что данное защитное сооружение прорезает толщу четвертичных отложений, верхнеюрских глин, верхнекаменноугольных известняков измайловской толщи, мещеринских глин и мергелей и частично известняков перхуровской толщи (см. рис. 2). Ниже дна запроектированного котлована повсеместно распространены слабопроницаемые глины, которые подходят вплотную к “стене в грунте” по всему ее периметру, обеспечивая тем самым гидроизоляцию котлована. В северной части участка — это верхнеюрские глины, на остальной площади — верхнекаменноугольные глины мещеринской толщи (см. рис. 3). На дне котлована залегают мещеринские глины, измайловские известняки и верхнеюрские глины. Эти породы стали основанием фундаментной

³ Основание фундаментной плиты и дно котлована — это один и тот же уровень.

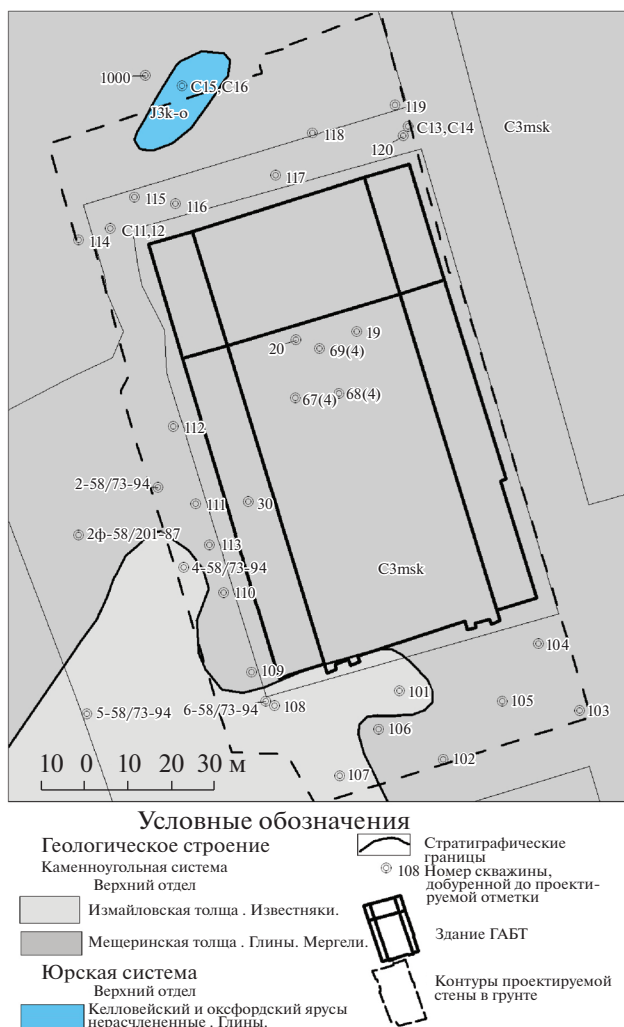


Рис. 3. Фрагмент геологической карты участка работ на абсолютной отметке дна котлована.

плиты, которая опирается на сваи-барреты, заглубленные в массив на 6 м. В основании свай-баррет залегают перхуровские известняки.

Геологическое строение «целика», оставленного под зданием, не изменилось. В южной части исторического здания (под зрительным залом, фойе и колоннадой) под фундаментом залегают техногенные преимущественно песчаные образования мощностью до 4 м, верхнечетвертичные современные аллювиальные пески мощностью 2–5 м, верхнеюрские глины мощностью 6–8 м и верхнекаменноугольные известняки измайловской толщи и глины мещеринской толщи (см. рис. 1).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выполненные исследования позволили сделать заключение о возможности проявлений гео-

логических опасностей после реконструкции здания театра. В условиях, которые были созданы в основании здания театра, карстово-суффозионные процессы развиваться не будут, так как суффозионно-неустойчивые песчаные породы удалены с большей части территории. Деформации основания подземной части здания, связанные с карстом, могут происходить только за счет обрушения кровли карстовых полостей. Перхуровские и измайловские известняки представляют собой сильнотрещиноватые, местами разрушенные до глыб и щебня породы. Цементация карбонатного массива в основании свай, а также монолитная железобетонная фундаментная плита в дне котлована исключают какие-либо нарушения устойчивости строительных конструкций, связанные с карстом. Таким образом, в проектных решениях было учтено влияние возможных геологических опасностей.

Однако, на прилегающей территории сохраняется возможность развития карстово-суффозионных процессов. Одним из главных направлений при разработке проекта являлось предотвращение существенных изменений природно-техногенной обстановки на территории, прилегающей к участку реконструкции. Здесь была создана сеть мониторинга за осадками поверхности и положением уровней подземных вод.

ВЫВОДЫ

Пример инженерно-геологических исследований при реконструкции Большого театра в Москве показал важность привлечения научного сопровождения работ с уникальными и технически сложными объектами в условиях плотной городской застройки.

Правильный выбор уровней заложения элементов фундамента и защитных конструкций на основе выполненных картографических исследований позволил исключить возможность развития карстово-суффозионных процессов, проявлениями которых на поверхности и в основании здания могли бы быть крупные провалы и оседания. Практически полностью удалось исключить влияние строительства на геолого-гидрогеологические условия на прилегающей территории.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания и плана НИР по теме № г.р. АААА–А19–119021190077–6 при финансовой поддержке гранта РНФ № 16–17–00125П.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоэкология Москвы: Методология и методы оценки состояния городской среды / Отв. ред. Г.Л. Кофф, Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-пресс, 2006. 200 с.

2. Голодковская Г.А., Лебедева Н.И. Инженерно-геологическое районирование территории Москвы // Инженерная геология. 1984. № 3. С. 87–102.
3. Кутепов В.М., Козлякова И.В., Анисимова Н.Г., Еремина О.Н., Кожевникова И.А. Оценка карстовой и карстово-суффозионной опасности в проекте крупномасштабного геологического картирования г. Москвы // Геоэкология. 2011. № 3. С. 215–226.
4. Кутепов В.М., Анисимова Н.Г., Еремина О.Н., Кожевникова И.А., Козлякова И.В. Карта дочетвертичных отложений как основа крупномасштабного геологического картирования г. Москвы // Геоэкология. 2011. № 5. С. 399–410.
5. Кутепов В.М., Осипов В.И., Кожевникова И.А., Козлякова И.В. Районирование территории Москвы по геологическому строению и условиям взаимосвязи водоносных горизонтов с учетом распространения древних эрозионных врезов // Геоэкология. 1999. № 5. С. 472–479.
6. Москва. Геология и город / Гл. ред. Осипов В.И., Медведев О.П. М.: Московские учебники и картолитография, 1997. 400 с.
7. Осипов В.И. Геологические условия градостроительного развития г. Москвы. М.: ЗАО “Мир”, 2008. 36 с.
8. Осипов В.И., Еремина О.Н., Козлякова И.В. Оценка экзогенных опасностей и геологического риска на урбанизированных территориях (обзор зарубежного опыта) // Геоэкология. 2017. № 3. С. 3–15.
9. Сергеев Е.М. Геологический фундамент Москвы // Город, природа, человек, М. Мысль, 1982. С. 109–142.
10. Clayton C.R.I. Urban site investigation // Engineering Geology for Tomorrow's Cities. Culshaw, M.G., (eds.). Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 2009. V. 22. P. 15–141.
11. Kalsnes B., Nadim F., and Lacasse S. Managing geological risk // Geologically active, Williams, A.L., et al. (eds.). Proc. of the 11th IAEG Congress, Auckland, New Zealand, 5–10 September 2010, Taylor and Francis group, London. P. 111–126.
12. Kozlyakova I., Eremina O., Anisimova N., Kozhevnikova I. Study of geology and Carboniferous roof topography upon engineering geological mapping of Moscow territory // Developments in Engineering Geology, Eggers, M.J et al. (eds.), Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication. 2016. V. 27. P. 45–53.
13. Kozlyakova I.V., Mironov O.K., Eremina O.N. Engineering Geological Zoning of Moscow by the conditions for subsurface construction // Proc. 12th IAEG Congress, Turin, Italy. Springer, 2015. V. 5. P. 923–926.
14. Marchiori-Faria D.G., Ferreira C.J. Hazard mapping as part of civil defense preventive and contingency actions: a case study from Diadema, Brazil // Engineering Geology for Tomorrow's Cities. IAEG 2006, 6–10 Sept. 2006, CD-rom, paper no. 154.
15. Osipov V.I. Large-scale thematic geological mapping of Moscow area // Engineering Geology for Society and Territory, G. Lollino (eds.). Springer International Publishing Switzerland, 2014. V. 5. P. 11–16.
16. Zhang F., Yang Q., Jia X., Liu J., and Wang B. Landuse optimization by geological hazard assessment in Nanjing City, China // Engineering Geology for Tomorrow's Cities. IAEG 2006, 6–10 Sept. 2006, CDrom, paper № 324.

ASSESSMENT OF ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS UPON RECONSTRUCTION OF THE BOLSHOI THEATER IN MOSCOW

I.V. Kozliakova^{a, #}, O. N. Eremina^a, N. G. Anisimova^a, and I. A. Kozhevnikova^a

^a *Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences, Ulanskii per. 13, str. 2, Moscow, 101000 Russia*

[#] *E-mail: kozlyakova@rambler.ru*

The paper deals with the geological aspects upon the creation of subsurface part of the building upon the reconstruction of Bolshoi Theater. It is shown that the changes in the building foundation were of a very wide scale. Engineering geological conditions are characterized at the reconstruction site and the possible manifestation of karst and suffusion processes is proved to be the principle geological hazard. The project decisions for the subsurface part of the theater building made on the basis of scientific assessment of engineering geological conditions at the construction site, permitted planners to eliminate the karst and suffusion hazard for the theater building under reconstruction. The construction pit and the enclosing wall-in-trench were projected taking into account the depth of weakly permeable clay layer occurrence. The geological structure of the reconstruction site was studied in detail at different levels of subsurface development under the building.

Keywords: *Bolshoi Theater reconstruction, engineering geological conditions, geotechnogenic massif, wall-in-trench technique, karst and suffusion*

REFERENCES

1. *Geoekologiya Moskvy: metodologiya i metody otsenki sostoyaniya gorodskoi sredy* [Geoeology of Moscow: methodology and methods of assessing the urban environment state]. Koff, G.L., Likhacheva, E.A., Timofeev, D.A., Eds. Moscow, MediaPress, 2006, 200 p. (in Russian)
2. Golodkovskaya, G.A., Lebedeva N.I. *Inzhenerno-geologicheskoe raionirovanie territorii Moskvy* [Engineering

- geological zoning of Moscow territory]. *Inzhenernaya geologiya*, 1984, no.3, pp. 87–102. (in Russian)
3. Kutepov, V.M., Kozlyakova, I.V., Anisimova, N.G., Eremina, O.N., and Kozhevnikova, I.A. *Otsenka karstovoi i karstovo-suffuzionnoi opasnosti v proekte krupnomasshtabnogo geologicheskogo kartirovaniya g. Moskvy* [Assessment of karst and karst-suffosion hazard in the project of large-scale geological mapping in Moscow]. *Geoekologiya*, 2011, no. 3, pp. 215–226. (in Russian)
 4. Kutepov, V.M., Anisimova, N.G., Eremina, O.N., Kozhevnikova, I.A., and Kozlyakova, I.V. *Karta dochetvertichnykh otlozhenii kak osnova krupnomasshtabnogo geologicheskogo kartirovaniya g. Moskvy* [The map of preQuaternary deposits as a base for large-scale geological mapping of Moscow territory]. *Geoekologiya*, 2011, no. 5, pp. 399–411. (in Russian)
 5. Kutepov, V.M., Osipov, V.I. et al. *Raionirovanie territorii Moskvy po geologicheskomu stroeniyu i usloviyam vzaimosvyazi vodonosnykh gorizontov s uchetom rasprostraneniya drevnikh erozionnykh vrezov* [Zoning of Moscow territory by the geological structure and mode of aquifers interconnection with the consideration of distribution of ancient erosional cuttings]. *Geoekologiya*, 1999, no. 5, pp. 472–479. (in Russian)
 6. *Moskva. Geologiya i gorod* [Moscow. Geology and the city]. Osipov, V.I., Medvedev, O.P. (Eds.). Moskovskie uchebniki i kartolitografiya Publ., Moscow, 1997, 400 p. (in Russian)
 7. Osipov, V.I. *Geologicheskie usloviya gradostroitel'nogo razvitiya Moskvy* [Geological conditions of Moscow urban development]. Moscow, ZAO Mir Publ., 2008, 36 p. (in Russian)
 8. Osipov, V.I., Eremina, O.N., Kozlyakova, I.V. *Otsenka ekzogennykh opasnostei i geologicheskogo riska na urbanizirovannykh territoriyakh (obzor zarubezhnogo opyta)* [Assessment of exogenous geohazards and geological risk in urban areas (review of foreign publications)]. *Geoekologiya*, 2017, no. 3, pp. 3–16 (in Russian)
 9. Sergeev, E.M. *Geologicheskii fundament Moskvy* [Geological basement of Moscow]. *Gorod, priroda, chelovek* [City, nature, man]. Moscow, Mysl Publ., 1982, pp. 109–142 (in Russian)
 10. Clayton, C.R.I. Urban site investigation. Culshaw, M.G., Reeves, H.J. Jefferson, I. and Spink, T.W., Eds. *Engineering Geology for Tomorrow's Cities*. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 2009, vol. 22, pp. 15–141.
 11. Kalsnes, B., Nadim, F., and Lacasse, S. Managing geological risk. Geologically active, Williams, A.L., Pinches, G.M., Chin, C.Y., McMorran, T.J., and Massey, C.I., Eds. *Proc. 11th IAEG Congress, Auckland, New Zealand, 5–10 September 2010*. London, Taylor and Francis group, 2010, pp.111–126.
 12. Kozlyakova, I., Eremina, O., Anisimova, N., and Kozhevnikova, I. Study of geology and Carboniferous roof topography upon engineering geological mapping of Moscow territory. Eggers, M.J., Griffiths, J.S., Parry, S., and Culshaw, M.G., Eds. *Developments in Engineering Geology*. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 2016, vol. 27, pp. 45–53.
 13. Kozlyakova, I.V., Mironov, O.K., and Eremina, O.N., *Engineering Geological Zoning of Moscow by the conditions for subsurface construction*. *Proc. 12th IAEG Congress, Turin, Italy, Springer Publ., 2015, vol. 5, pp. 923–926.*
 14. Marchiori-Faria, D.G. and Ferreira, C.J. Hazard mapping as part of civil defense preventive and contingency actions: a case study from Diadema, Brazil. *Engineering Geology for Tomorrow's Cities*. IAEG, 6–10 Sept. 2006, 2006, CD-rom, paper no. 154.
 15. Osipov, V.I. Large-scale thematic geological mapping of Moscow area. G. Lollino et. al. Eds. *Engineering Geology for Society and Territory*. Springer International Publishing Switzerland, 2014, vol. 5, pp. 11–16.
 16. Zhang, F., Yang Q., Jia, X., Liu, J., and Wang, B. Land use optimization by geological hazard assessment in Nanjing City, China. *Engineering Geology for Tomorrow's Cities*. IAEG, 6–10 Sept. 2006, 2006, CD-rom, paper no. 324.