

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЕ ПАМЯТНИКИ КИЕВО-ПЕЧЕРСКОЙ ЛАВРЫ

В.Ф. Рыбин¹, Е.Н. Беспалова²

(Рекомендовано д-ром техн. наук М.Г. Демчишиным)

¹ *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина.*

E-mail: vadimfisher@bigmir.net

Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник отдела инженерной геологии.

² *Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина.*

E-mail: helagel@gmail.com

Кандидат геологических наук, научный сотрудник отдела инженерной геологии.

Приведены результаты мониторинга как инженерно-геологических, гидрогеологических процессов на территории заповедника Киево-Печерской Лавры, так и состояния зданий и сооружений за период 1985-2014 гг. Проанализированы основные типы техногенной нагрузки, влияющие на устойчивость сооружений и приводящие к их деформациям. Предложены меры по сохранению историко-архитектурных памятников Киево-Печерской Лавры.

Ключевые слова: техногенная нагрузка, инженерно-геологические условия, историко-архитектурные памятники.

ASSESSMENT OF TECHNOGENIC INFLUENCE ON HISTORICAL AND ARCHITECTURAL MONUMENTS OF KIEV-PECHERSK LAVRA

V.F. Rybin¹, E.N. Bepalova²

(Recommended by doctor of technical sciences M.G. Demchyshyn)

¹ *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine.*

E-mail: vadimfisher@bigmir.net

Candidate of geological-mineralogical sciences, senior researcher.

² *Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine.*

E-mail: helagel@gmail.com

Candidate of geological sciences, scientific employee.

Results of monitoring as geotechnical, hydrogeological processes in territory of Kiev-Pechersk Lavra Reserve and the state of buildings and constructions, for the period from 1985 to 2014, were presented. Main types of anthropogenic impact, influence the stability constructions and lead to their deformation were analyzed. Measures for preserve historical and of architectural monuments Kiev-Pechersk Lavra were proposed.

Key words: anthropogenic impact, geotechnical conditions, historical and architectural monuments.

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ НА ІСТОРИКО-АРХІТЕКТУРНІ ПАМ'ЯТКИ КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКОЇ ЛАВРИ

В.Ф. Рибін¹, О.М. Беспалова²

(Рекомендовано д-ром техн. наук М.Г. Демчишиним)

¹ *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна.*

E-mail: vadimfisher@bigmir.net

Кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник відділу інженерної геології.

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна.*

E-mail: helagel@gmail.com

Кандидат геологічних наук, науковий співробітник відділу інженерної геології.

Наведені результати моніторингу як інженерно-геологічних, гідрогеологічних процесів на території заповідника Києво-Печерської Лаври, так і стану будинків та споруд за період 1985-2014 рр. Проаналізовані основні техногенні навантаження, що впливають на стійкість споруд і призводять до їх деформацій. Запропоновані заходи щодо збереження історико-архітектурних пам'яток Києво-Печерської Лаври.

Ключові слова: техногенне навантаження, інженерно-геологічні умови, історико-архітектурні пам'ятки.

Вступление

Исторический ландшафт и архитектурный ансамбль Киево-Печерской Лавры формировались на протяжении 10 столетий. С момента учреждения пещерного монастыря в 1051 г. естественная – природная среда территории постоянно испытывала антропогенное влияние. Начало положило подземное строительство пещерных комплексов Ближних и Дальних пещер, которые имеют протяженность около 800 м и расположены в толще полтавских каолиновых песчаников [Рыбин и др., 1991].

Интенсивное вмешательство в естественную природную среду, уничтожение растительного покрова, нарушение поверхностного и подземного стоков вызвало проявления склоновых эрозионно-гравитационных процессов [Демчишин и др., 2013].

Проведение мониторинга территории Заповедника, состояния его зданий и сооружений позволило назвать две их основные причины: 1) расположение Заповедника на склонах долины Днепра и Лаврского оврага со сложными геологическими, гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями; 2) интенсивная техногенная нагрузка на геологическую среду и сооружения Заповедника.

Таким образом, причинами разрушений являются как природные факторы, так и техногенная нагрузка на территорию. Именно виды техногенной нагрузки и их интенсивность являются предметом исследований в настоящей работе.

Методика оценки техногенных изменений геологической среды включала следующие основные этапы. Были определены основные причины возникновения разрушительных деформаций за почти 30-летний период наблюдений за состоянием зданий и сооружений, проявлением разрушительных геологических процессов, уровнем грунтовых вод (УГВ). После их анализа были установлены два основных вида техногенных нагрузок, вызвавших деформации, – гидродинамические и механические. Определена доля каждого из видов нагрузок, приводивших к зафиксированным разрушениям.

Гидродинамическое техногенное воздействие

Процесс проявляется в обводнении грунтовых толщ, приводит к повышению УГВ и возникновению подтопления фундаментов сооружений и территории Заповедника. Последствиями этого вида воздействия являются размокание грунтов, снижение их

прочностных свойств, суффозионный вынос частиц грунта.

Параллельно происходит природный процесс переувлажнения грунтов под действием атмосферных осадков. Наиболее катастрофические ситуации возникают при совместном гидродинамическом воздействии природных и техногенных факторов. Гидродинамическое воздействие проявляется через повышение уровня следующих водоносных горизонтов.

Водоносный горизонт в эолово-делювиальных, моренных и флювиогляциальных отложениях имеет повсеместное распространение и является первым от поверхности в пределах киевского лессового плато. Водовмещающие породы – лессовидные, моренные и пресноводные суглинки, среди них в виде прослоев мощностью 1-2 м залегают водонасыщенные мелкозернистые флювиогляциальные пески. На отдельных участках обводнена и нижняя часть слоя лессовидных супесей. В качестве отдельного слоя выступают бурые и пестрые глины. Общая мощность горизонта изменяется от 2-3 до 14-18 м. Наиболее высокие УГВ с абсолютными отметками 179-183 м наблюдаются вблизи ул. Мазепы. Наиболее низкие УГВ (160-163 м) фиксируются у бровки склона и в кольце штольневого дренажа на участке Успенского собора. Генеральное направление потока грунтовых вод – СЗ-ЮВ. Характерные глубины залегания уровней – от 4-5 м у бровки склона до 10-15 м на лессовом плато. К западу от Заповедника на территории музея «Мистецький Арсенал» грунтовые воды того же водоносного горизонта залегают на глубинах 7-10 м в пределах абсолютных отметок 179,3-182 м [Рыбин и др., 2013]. Питание горизонта осуществляется вследствие инфильтрации атмосферных осадков и утечек из коммуникаций, разгрузка – на склоны, в обводненные делювиально-оползшие грунты и вертикальным перетоком в нижезалегающий харьковский водоносный горизонт.

Водоносный горизонт в четвертичных делювиально-оползших грунтах распространен на склонах плато в виде полосы шириной 100-300 м. Водовмещающие грунты представлены смесью оползших суглинков, супесей и песков. Нижним отдельным слоем для горизонта в верхней части

склона служат бурые глины, в средней – глинистые разности оползших грунтов, в нижней – киевские мергельные глины. Мощность горизонта в плане неоднородна и колеблется от 1 до 11 м. Абсолютные отметки УГВ – от 116 до 165 м. Горизонт питается вследствие разгрузки подземных вод с верхней территории плато, инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водоводов, в нижней части склона он гидравлически связан с водоносным горизонтом в берекских и межигорских отложениях.

Водоносный горизонт в отложениях берекской и межигорской свит приурочен к мелкозернистым пескам с прослоями песчаников и глин. Горизонт имеет повсеместное распространение, за исключением долины Днепра, где он размыт. Горизонт безнапорный, мощностью 4-8 м, абсолютные отметки уровней – 115-130 м. Глубина его залегания изменяется от 2-4 м в нижней части склона до 20-40 м в средней и, вероятно, до 60 м на плато. Нижний отдельный слой представлен киевскими мергельными глинами. Питание горизонта происходит в результате вертикального перетока из вышележащих водоносных горизонтов, разгрузка – на склоны, а также вследствие вертикального перетока в нижезалегающий каневско-бучакский водоносный горизонт.

Основания памятников Киево-Печерской Лавры расположены в лессовидных супесях, имеющих первый тип просадочности. При замачивании грунтов основания возможны просадки зданий и их деформации; поэтому влажность лессовидных супесей под фундаментами памятников не должна превышать влажности на границе пластичности (19-21%). При этом уровни первого от поверхности водоносного горизонта устанавливаются на 0,5-4,0 м ниже подошвы просадочного слоя. Это свидетельствует о недопустимости повышения их уровня.

Как показывают результаты исследований, основное поступление грунтовых вод (60-70%) на территорию Киево-Печерской Лавры происходит со стороны прилегающей городской застройки. В пределах области фильтрации отмечены три купола растекания с максимальными УГВ: вблизи ул. Московская и завода Арсенал, на участке станции перекачки воды Деснянского

водовода вблизи ул. Суворова, на участке нынешнего музея «Мистецький Арсенал» и прилегающей к нему городской застройки. Это свидетельствует о том, что максимальные утечки из водонесущих коммуникаций и емкостей происходят на этих участках.

Основным природным фактором можно считать существенные колебания годовых и месячных сумм атмосферных осадков. Более серьезные и часто наблюдающиеся изменения гидрогеологического режима обусловлены сочетанием гидродинамического и механического техногенного воздействия. Основные его нарушения обусловлены аккумуляцией атмосферных осадков на отдельных участках склонов и перед стенами отдельных зданий, утечками из водоводов, барражным эффектом свайного основания Успенского собора, а также многосторонним действием штольневых дренажей. Колебания УГВ обычно имеют циклический характер. Так, высокие УГВ наблюдаются в мае и сентябре каждого года, а самые низкие – в зимний период. Годовая амплитуда составляет 0,4-1,5 м, но в случае утечек из водонесущих коммуникаций наблюдаются резкие подъемы до 2,0-4,5 м.

Многолетние наблюдения за уровнем водоносных горизонтов на участках киевского лессового плато показывают, что происходит постепенный подъем УГВ. Согласно публикации С.Г. Коклика [Коклик, 1909], в начале XX в. УГВ фиксировались в морене, т.е. имели отметки 170-172 м. В настоящее время высокие уровни в пределах Верхней Лавры находятся на отметках 178-183 м, что превышает уровни 100-летней давности на 6-10 м. Это явление, возможно, вызвано техногенным влиянием городской застройки, нарушившей режим разгрузки грунтовых вод, и прорывами водоводов.

Механическое техногенное воздействие

Процесс проявляется при строительстве свайных фундаментов, когда в активную зону под фундаментами зданий и сооружений попадают горные породы с изначально или вновь приобретенными низкими деформационными и прочностными свойствами. При механическом воздействии происходит разрушение структуры грунтовой толщи из-за снижения ее прочности.

Особенностью геологической среды Верхней Лавры является значительное распространение насыпных грунтов. Мощность их изменяется от 2,1 до 6,7 м. Насыпные грунты характеризуются значительно более низкими показателями прочностных свойств. Это связано с их нарушенным состоянием, разной плотностью, неоднородностью гранулометрического состава, содержанием органики. При увлажнении насыпные грунты уплотняются, что приводит к неравномерным осадкам частей сооружений [Котлов и др., 1967]. Сильно усложняет инженерно-геологические условия территории Верхней Лавры наличие подземных пустот разного возраста и назначения [Рыбин и др., 1991]. Большая часть насыпных грунтов, заполняющих пустоты, обладает большей водопроницаемостью, чем лессовые грунты, что также приводит к переувлажнению лессовой толщи при авариях подземных коммуникаций.

Особенностями лессовых грунтов являются их макропористость, механическая и физическая анизотропия, способность к размоканию в воде, суффозия (на присклонных участках плато и в подземных пустотах) и просадочность (изменение плотности при переувлажнении).

Основания и фундаменты историко-архитектурных памятников Нижней Лавры расположены в бурых и пестрых глинах, которые имеют способность к набуханию, а также в песках новопетровской и межигорской свит, для которых характерен процесс суффозионного выноса частиц грунта.

Механическое воздействие на грунты Заповедника проявилось при строительстве свайного основания Успенского собора, устройстве световой прорези, а также при снятии поверхностного слоя грунтов при реставрации.

Уязвимость к механическим воздействиям заложена в строении древних фундаментов. Обычно они ленточного типа, бутовые на известковом растворе, а в зданиях более позднего времени постройки кирпичные. Древние фундаменты обладают недостаточной прочностью при неравномерных осадках грунтов [Рыбин и др., 2013].

Для определения устойчивости геологической среды Заповедника к техногенному воздействию была проведена типизация.

В ее основу положен принцип вертикальной и площадной неоднородности геологической среды, обусловленной последовательной сменой по площади и в разрезе типов геологической среды, различающихся гранулометрическим и минеральным составом, строением, современным состоянием и свойствами грунтовых массивов, а, следовательно, и их реакцией на техногенное воздействие. Выделение типов геологической среды проводилось в зависимости от генетических и литологических характеристик грунтовых толщ.

Для учета гидродинамической нагрузки использованы такие показатели свойств грунтов, как коэффициент пористости, гранулометрический состав, коэффициент фильтрации. Для выделения типов геологической среды по устойчивости к механической нагрузке применялись следующие показатели свойств грунтов: модуль деформации, угол внутреннего трения, сцепление и удельный вес. Результаты определения устойчивости грунтов к гидродинамической и механической нагрузкам приведены в табл. 1.

В зависимости от степени устойчивости к техногенным нагрузкам выделены следующие типы геологической среды: 1) неустойчивый к техногенным воздействиям – насыпные грунты, лессовидные супеси,

делювиальные оползшие грунты и пески флювиогляциальные; 2) средней устойчивости – моренные суглинки, погребенные грунты, суглинки озерно-аллювиальные, глины пестрые; 3) устойчивый – суглинок моренный, песчаник новопетровской свиты, пески бережской и межигорской свит.

После установления основных типов геологической среды были изучены основные деформации существующих сооружений и определено влияние каждого из видов техногенной нагрузки (М – механической, Г – гидродинамической, М+Г – комплексной) либо их комплекса, которое привело к негативным разрушительным процессам на территории Заповедника. Ниже приведены результаты мониторинга состояния зданий и сооружений Киево-Печерской Лавры за период 1985-2014 гг. и причины их возникновения (табл. 2). Зафиксированные в период 1985-2014 гг. деформации грунтов и сооружений, а также примеры неудачной модернизации зданий приведены на рис. 1.

По результатам обработки данных наблюдений были установлены основные виды техногенной нагрузки, послужившие их причиной. Как видно из диаграммы (рис. 2), ведущую роль играют механические нагрузки (47%), затем гидродинамические (35%) и комплексные (18%).

Таблица 1. Степень устойчивости основных грунтовых массивов к техногенной нагрузке
Table 1. Degree of stability for main ground massifs under the technogenic load

Факторы, определяющие устойчивость геологической среды	Степень устойчивости к техногенной нагрузке		
	Высокая	Средняя	Низкая
Тип грунтовой толщи (15-20 м)	1. Суглинок морена днепровского ледника (g P _{II} dn) 2. Песчаник (N ₁ np) 3. Песок (P ₃ br) 4. Песок (P ₃ mz)	1. Суглинок лессовидный (e, dv PIII) 2. Погребенная почва (evd PII) 3. Суглинок озерно-аллювиальный (Ia PI-II) 4. Глины пестрые (N1-2 sg)	1. Насыпной грунт (tH) 2. Супесь лессовидная (vPIII-H) 3. Делювиально-оползневые грунты (dpH) 4. Песок водно-ледниковый (fl PII dn)
Средние уклоны поверхности, град	0,5-1,5	1,5-15	15
Современные геологические процессы	Не опасны, малоактивные, локальные	Потенциально опасные	Опасные, необходима инженерная защита

Таблица 2. Основные деформации зданий и сооружений и их причины

Table 2. There are main deformation of buildings and structures and their causes

Год	Места и виды деформаций	Причины возникновения	Вид нагрузки
1	2	3	4
1985	Ближние пещеры. В процессе строительства и в дальнейшем произошли локальные деформации грунтов на многих участках пещер (рис. 1, а)	Строительство так называемой «световой прорези» (проект института «Киевпроект»). Устройство «световой прорези» привело к аккумуляции поверхностных вод и их инфильтрации в пещерный лабиринт. В результате произошло замачивание и обрушения грунтов на многих участках Ближних пещер	М+Г
1988	Ближние пещеры. Предавальной деформация стены центрального входа		
1988-1990	Дальние пещеры. Аварийное замачивание одного из участков	Пересечение участка Дальних пещер (сверху) дренажной штольней	М+Г
1991	Церковь Спаса-на-Берестове. Переувлажнение и трещины на стенах, ухудшение микроклимата и повреждения ценной настенной живописи (рис. 1, б)	Снятие 1,5-метрового слоя грунта вокруг церкви в ходе «благоустройства территории» (проект института «Киевпроект») вызвало застаивание дождевых и талых вод	М
1992-2005	Пороховой погреб. Разрушительные деформации стен (рис. 1, в)	Неорганизованная система поверхностного стока и оплывание грунтов на откос	Г
1993	Трапезная палата на Верхней Лавре. Провал асфальтового покрытия и образование открытой воронки объемом около 60 м ²	Крупная утечка из водопровода и замыв пульпой участка подземного (митрополичьего) хода к Успенскому собору	Г
1997	Сад у Ближних пещер. Оползень-оплывина объемом около 100 м ³	Длительная утечка из водопровода	Г
1998-2000	Восстановление Успенского собора. Деформированы древние фундаменты и культурный слой под ними. Значительно ослаблен грунтовый массив под Собором, созданы предпосылки для более интенсивного выноса мелкозема в штольневые дренажи и изменений гидрогеологического режима, создан эффект подземной плотины (рис. 1, г)	Использование глубоких свайных фундаментов (проект институтов «Киевпроект» и «Укрпроектреставрация»). Проходка 700 свай диаметром 219 мм и глубиной до 20 м. Частичное разрушение «перепадного» дренажного колодца	М
1999	Корпус № 44, дренажная штольня № 55. Вынос грунта объемом более 100 м ³ в дренажную штольню и подвал корпуса		
2000	Успенский собор, северо-западная сторона. Провальная воронка размерами в плане 7x8 м и глубиной до 5 м	Аварийная утечка воды из водопровода. Объем грунтовой пульпы, вынесенной в поврежденный дренажный колодец, составил около 200 м ³	Г
2002-2007	Ближние пещеры. Ответвления Нестора Летописца и Меркурия. Обрушения грунтов и сводов пещер	Переувлажнение поверхностными водами	Г

1	2	3	4
2003-2006	Нижняя Лавра. Увеличение риска повреждения памятников из-за проведения новых водоводов и утечек из них	Сооружение четырех новых двухэтажных зданий	М
2005	Верхняя Лавра, видовая площадка. Провал асфальтового покрытия глубиной до 1,0 м и площадью 15 м ² , вывалы кирпичей из высокой подпорной стенки, которая удерживает склон ниже видовой площадки (рис. 1, д)	Усиление обводненности участка и повышение скорости фильтрации грунтовых вод за счет формирования обходного фильтрационного потока вокруг свайного основания Успенского собора	Г
2005	Сад Ближних пещер. Обрушение кровли участка подземного хода (так называемая «улица Батыем убиенных») длиной 5,0 м, вывал в него глинистого грунта объемом около 10,0 м ³ (рис. 1, е)	Интенсивная сельскохозяйственная деятельность монастыря – устройство и полив огородов	М
1992-2007	Нижняя Лавра (корпуса № 42, 43, 44, 46, 47, 55, 63, 64, 68, 69, 71) (рис. 1, ж)	Капитальные ремонты со значительными изменениями фасадов, фактические перестройки ряда памятников	М
2003-2009	Нижняя Лавра. Западный участок сада Ближних пещер	Строительство без серьезного инженерно-геологического обоснования подпорных стен и штольневого дренажа	М
2007-2013	Вся территория Заповедника. Ослабление грунтового массива	Бурение без необходимости многочисленных глубоких (до 40 м) скважин	М
2013-2014	Верхняя Лавра. Юго-восточный участок видовой площадки возле южного фасада корпуса № 30. Провал асфальтового покрытия глубиной до 0,5 м и площадью до 12 м ²	Усиление обводненности участка за счет формирования обходного фильтрационного потока вокруг свайного основания восстановленного Успенского собора, усиление суффозии мелких частиц грунта в глубокий дренажный колодец	М+Г
2013-2014	Сад Ближних пещер. Существенные изменения гидрогеологического режима, в частности повышение УГВ, увеличение их скорости фильтрации, утечки из новых и старых водонесущих коммуникаций (рис. 1, з)	Строительство нового двух- или трехэтажного здания в саду Ближних пещер на свайном основании. Всего пройдено около 100 свай глубиной до 10 м	М

Выводы

Проведенный нами анализ результатов многолетних мониторинговых наблюдений за деформациями зданий и сооружений Заповедника, режимом гидрогеологических скважин и инженерно-геологическими условиями территории позволил провести типизацию геологической среды Заповедника и связать проявление негативных разрушительных процессов и явлений с фактами техногенного воздействия.

Были установлены основные виды техногенных воздействий и их негативные последствия. Исходя из того, что ведущую негативную роль играют механические техногенные воздействия на геологическую среду, здания и сооружения Заповедника, следует запретить всякую строительную деятельность на охраняемой территории, за исключением необходимых защитных сооружений, под обязательным контролем специалистов. Также необходимо учесть,



Рис. 1. Результаты техногенного воздействия на здания и сооружения Заповедника

Fig. 1. Results of technogenic influence on buildings and structures the Reserve

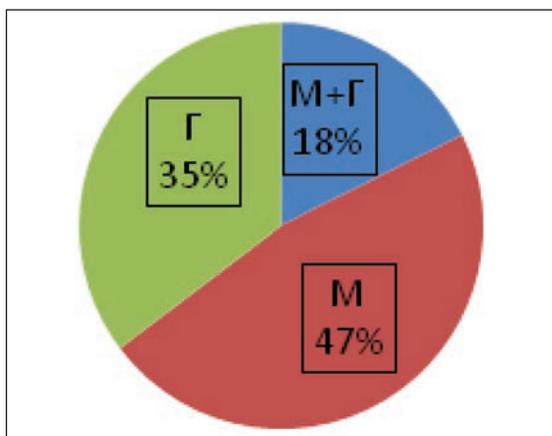


Рис. 2. Диаграмма распределения вида техногенных нагрузок на здания и сооружения Заповедника по результатам мониторинга: М – механическое воздействие, Г – гидродинамическое, М+Г – комплексное

Fig. 2. A diagram of distribution certain kinds technogenic loads on buildings and structures the Reserve by results of monitoring: М – mechanical effect, Г – hydrodynamic, М+Г – complex

что территория Заповедника перенасыщена всевозможными инженерными сооружениями (дренажные штольни, подпорные стенки и т.п.), которые оказывают негативное влияние на геологическую среду.

Следует отметить, что максимальное питание первого от поверхности водоносного горизонта осуществляется на участках, прилегающих к Заповеднику, а именно: 1) ул. Московская – ул. Суворова; 2) зона около станции перекачки воды Деснянского водовода; 3) жилая зона возле музея «Мистецький Арсенал» по ул. Лаврской.

В пределах этих участков находятся три купола грунтовых вод четвертичного водоносного горизонта, которые обуславливают высокие УГВ не только на территории Киево-Печерского заповедника, но и в Парке Вечной славы, на территории музея ВОВ и на всех прилегающих склонах. Поэтому на территориях этих куполов предлагается создать разреженную сеть режимных скважин

на четвертичный водоносный горизонт и начать специальные комплексные исследования с целью выявления участков с наиболее поврежденными водонесущими коммуникациями и емкостями и последующим их ремонтом или заменой. Новые дренажи на четвертичный водоносный го-

ризонт предлагается строить на участках плато на расстоянии не менее 50-150 м от бровки склона. При этом недопустимой является проходка нескольких параллельных, расположенных близко друг от друга линий дренажа, так как это приводит к ослаблению грунтового массива.

Список литературы / References

1. Демчишин М.Г., Соковнина Н.Х., Вдовиченко С.В., Криль Т.В., Анацкий О.М. Инженерный захист території Києво-Печерського заповідника: Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми та досвід інженерного захисту урбанізованих територій і збереження спадщини в умовах геоекологічного ризику», під патронатом ЮНЕСКО, Україна – Київ, 5-7, листопада 2013 р. С. 92-103.

Demchishin M.G., Sokovnina N.H., Vdovichenko S.V., Kril T.V., Anatsky O.M., 2013. Engineering protection of the territory of Kiev-Pechersk Preserve: International scientific conference «Problems and experience of artificial protection and urban areas in terms of conservation geoecological risk», under the auspices of UNESCO, Ukraine – Kyiv, November 5-7, 2013, p. 92-103 (in Ukrainian).

2. Коклик С.Г. Подземные воды Киева. Москва: Издание С.М. Богуславского, 1909. 127 с.

Koklik S.G., 1909. Underground waters of Kiev. Moscow: Izdanie S.M. Boguslavskogo, 127 p. (in Russian).

3. Котлов Ф.В., Брашнина И.А., Сипягина И.К. Город и геологические процессы. Москва: Наука, 1967. 228 с.

Kotlov F.V., Brashnina I.A., Sipyagina I.K., 1967. City and geological processes. Moscow: Nauka, 228 p. (in Russian).

4. Рыбин В.Ф., Скальский А.С., Куцыба В.А., Канарева О.С., Черный Г.И., Заславский И.Ю., Файвишенко А.Г., Николишин В.П., Зимин Л.Б.,

Соковнина Н.Х., Поздняков А.И., Бандюков В.Г. Комплексные исследования с целью охраны Ближних пещер. (Препр. / ИГН НАН Украины). Киев, 1991. 53 с.

Rybin V.F., Skalski A.S., Kutsyba V.A., Kanareva O.S., Cherny G.I., Zaslavsky I.Y., Fayvishenko A.G., Nikolishin V.P., Zimin L.B., Sokovnina N.H., Pozdnyakov A.I., Bandyukov V.G., 1991. Complex investigations in order to protect the Bliznih Caves. Working paper, 53 p. Kiev: IGS NAS Ukraine (in Russian).

5. Рыбин В.Ф., Боковой В.П., Куцыба В.А., Черевко И.А. Инженерная защита Киево-Печерской Лавры от подтопления: Тр. междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и опыт инженерной защиты урбанизированных территорий и сохранения наследия в условиях геоекологического риска», 5-7 ноября 2013 г. Киев: Феникс, 2013. Т. 6, С. 109-122.

Rybin V.F., Bokovoy V.P., Kuciba V.A., Cherevko I.A., 2013. Engineering protection of the Kiev-Pechersk Lavra from flooding: Proceedings of the International scientific and practical conference «Problems and experience of engineering protection of urbanized areas and the preservation of heritage in a geo-environmental risk», November 5-7, 2013. Kiev: Feniks, p. 109-122 (in Russian).

Статья поступила
06.04.2015