

## ОТЗЫВ

официального оппонента КУРИЛЕНКО Виталия Владимировича на диссертацию НГУЕН ТЬЕН ЧУНГ «ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ХАНОЯ (СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА ВЬЕТНАМ)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Диссертационная работа НГУЕН ТЬЕН ЧУНГ ориентирована на анализ и комплексную оценку инженерно-геологических условий и геоэкологического состояния подземной среды в пределах исторического центра Ханоя (Социалистическая Республика Вьетнам). Актуальность работы обусловлена необходимостью теоретического обобщения и систематизации фактического материала по многофакторным параметрам природного и техногенного воздействия на компоненты природной среды данного региона, а также необходимостью разработки организационных, информационных и технологических рекомендаций и мероприятий по оценке состояния и восстановлению представленных здесь экосистем.

В процессе выполнения работы использовались теоретические методы эволюции и техногенеза основных компонентов подземного пространства города Ханоя; научно-практические подходы для характеристики инженерно-геологических условий эксплуатации зданий и сооружений; методы оценки различных природных и техногенных факторов на устойчивость ряда архитектурно-исторических памятников, произведен инженерно-геологический, гидрогеологический анализ условий эксплуатации сооружений с учетом специфики контаминации подземных вод и грунтов исторического центра Ханоя для разработки алгоритма комплексного инженерно-геологического мониторинга архитектурно-исторических памятников, даны концепция и содержание комплексного мониторинга подземного пространства на локальном и объектном уровнях, базирующегося на основе контроля и наблюдений за преобразованием его компонентов в системе: вмещающие грунты - подземные воды - микробиота - газы - несущие конструкции старинных зданий и сооружений.

Автор безусловно правильно отмечает, что в рамках мониторинга окружающей среды выделяют геологический, инженерно-геологический, геоэкологический, географический, биологический, и др. Инженерно-геологический мониторинг, в свою очередь, представляет собой долгосрочную систему режимных наблюдений, оценки, контроля состояния и прогноза изменений компонентов геологической среды, и является общенаучным методом исследования.

Мониторинг широко применяется и в процессе инженерно-геологических исследований, представляя собой систему регулярных длительных наблюдений, аккумулирует информацию о состоянии геологической среды. Мониторинг обычно ведется обобщенно за интегральным

воздействием на конкретные территории и объекты. По масштабу сбора информации и пространственному охвату предлагаемый в работе мониторинг представляет собой локальный и объектный, а по масштабам ведения-стационарный.

Как отмечает автор диссертации разработка системы контроля за компонентами подземного пространства позволяет повысить на основе получаемых результатов безопасность его освоения и использования, а также проводить обоснование необходимости реконструкции и реставрации архитектурно-исторических памятников Ханоя, выбора устойчивых конструкционных материалов в условиях развития коррозионных процессов различной природы. Главное условие эффективного мониторинга - достоверность и репрезентативность информации.

Актуальность представленной автором диссертации состоит в том, что использование подземных вод в Ханое началось в 20-ом веке. Большинство канализационных систем города построены в колониальный период и в настоящее время сеть водоотведения не справляется с возросшими объемами канализационных и ливневых стоков, а также промышленных вод. В некоторых центральных районах города отсутствуют системы водоотведения. В результате сточные воды сбрасываются в реки, озера в пределах исторического центра Ханоя без очистки.

В этой связи разработка системы контроля за компонентами подземного пространства г. Ханоя, прогнозирование безопасности функционирования его архитектурно-исторических памятников в сложных инженерно-геологических условиях, а также создание концепции и структуры комплексного инженерно-геологического мониторинга архитектурно-исторических памятников в историческом центре г. Ханоя является несомненно своевременной.

Диссертационная работа изложена на 154 машинописных страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 136 наименований, содержит 32 рисунка, 16 таблиц, 32 фотографии.

**Согласно первому защищаемому положению автором раскрываются особенности преобразования инженерно-геологических и гидрогеологических условий в процессе контаминации грунтов, грунтовых вод и изменения гидродинамического режима напорного водоносного горизонта при его использовании для водоснабжения, что служит основой для разработки алгоритма мониторинга подземного пространства Ханоя в его историческом центре.**

Характерной особенностью строения подземного пространства города, как отмечает автор, является наличие четвертичных отложений различного литологического состава, имеющих аллювиальное, озерное, озерно-болотное происхождение, которые относятся к слабым водонасыщенным грунтам с органическими остатками различной степени разложения. Мощность изменяется в пределах от 1,0 м до 20 м, реже более 32 м, что определяет степень сложности инженерно-геологических условий города. Основные показатели физико-

механических свойств характерных типов приведены в диссертации, исходя из анализа которых можно провести оценку сложности освоения и использования подземного пространства исторического центра.

Важной особенностью геолого-гидрогеологических условий исторического центра является наличие двух водоносных горизонтов: голоценовый и плейстоценовый. Первый безнапорный голоценовый водоносный горизонт (грунтовые воды) приурочен к современным аллювиальным пескам. Средняя мощность голоценового водоносного горизонта на территории составляет 14,0 м.

Повсеместное распространение в городе имеет второй - плейстоценовый напорный водоносный комплекс, где водовмещающими грунтами служат крупнообломочные образования (галька и гравий) и пески, мощностью от 1,0 м до 55,7 м. Данный комплекс используется для водоснабжения города Ханой.

На основе инженерно-геологического районирования Ханоя в масштабе 1:25000, данных общего и детального сейсмомикрорайонирования, выполненного Нгуен Дык Манем (2010), выделены районы с существенно различными условиями и величиной сейсмической балльности. По результатам этих работ центральная часть города Ханоя была разделена на 2 района с различной балльностью: 8 и 9. Сильные землетрясения могут происходить с магнитудами  $M = 6,2$  и  $I = 8$  баллов и с глубиной их очагов 15-20 км, что связано с активностью глубинных разломов Виньнинь, Анзыонг и Шонгчай, проходящих в северо-западном и северо-восточном направлениях и пересекающих изучаемую территорию.

Результаты мониторинга за оседанием земной поверхности при снятии напоров водоносного комплекса Ор показали, что в 2013 г. оседание земной поверхности в пределах изучаемой территории превысило 10 см. В пределах территорий Бадинь и Хоанкьем оседание поверхности достигло 60 см; в зоне вокруг станций водоснабжения Нгокха района Бадинь величина деформаций опускания поверхности варьировала в пределах 60 - 90 см, что связано со значительной мощностью слабых грунтов, превышающей 10 м. В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что 60 - 95% от общей величины осадки земной поверхности составляют деформации слоев слабых грунтов.

Развитие неравномерных и длительных осадок ряда памятников и земной поверхности при добыче подземных вод в центре Ханоя тесно связано с территориями, в разрезе которых распространены слабые водонасыщенные грунты свит Хайхынг и Тхайбинь, содержащих органические остатки. Следует отметить, что недостатком данной части работы является не разработанность системы информационного обеспечения управления указанными процессами, т.к. мониторинг и его подсистема - инженерногеологический, под которым понимается наблюдение, оценка и прогноз происходящих изменений в инженерно-геологическом пространстве и составляющих его компонентах, а также инженерно-геологическое обоснование превентивных, восстановительных мероприятий и управляющих

решений должен быть ориентирован как на сбор и систематизацию данных, отражающих фоновые параметры геологической среды, так и на получение сведений о природно-техногенных последствиях природопользования, с целью разработки природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение благоприятных условий существования человека.

По данным наблюдений гидрометеорологического центра Ханоя с 1991 г. по 2013 г. количество годовых атмосферных осадков варьировало от 1015 до 2536 мм. Как известно, гидрологические особенности р. Красной связаны с количеством выпадающих осадков, предопределяющих развитие опасных процессов - подтопления и затопления, которые влияют на устойчивость сооружений, особенно в центральных районах города. Так, например, в июле 2010 года было затоплено большинство площадей районов Бадинь, Хоанкем слоем воды 0,5 - 1 м, реже 1,5 - 1,7 м в течение 1 - 5 суток. В период дождливого сезона (с мая по октябрь) затопление территории определяет изменение состояния и физико-механических свойств грунтов оснований зданий и сооружений, а также их напряженно-деформированного состояния.

**Вторым защищаемым положением в работе является утверждение, что комплексный мониторинг подземного пространства исторического центра города представляет собой часть региональной системы наблюдений и контроля за природными и природно-техногенными процессами, определяющими безопасность эксплуатации и реконструкции архитектурно-исторических памятников города Ханой.** Это положение обосновывает тот факт, что исторический центр столицы Вьетнама представляет собой зону плотной застройки, в пределах которой располагаются сотни архитектурно-исторических памятников, причем особенности структурно-тектонического строения данной территории определяет ее сейсмичность интенсивностью землетрясений до 7-8 баллов. В результате мониторинга установлено, что величина деформаций опускания поверхности варьировала в пределах 60 - 90 см. Автором убедительно показано, что развитие деформаций имеет принципиальное значение для устойчивости сооружений, в том числе архитектурно-исторических памятников, представляющих собой объекты культурного исторического, национального и мирового наследия, которые заслуживают особого внимания и требуют организации специализированного вида мониторинга, учитывающего специфику взаимодействия зданий с подземной средой в условиях интенсивного техногенеза.

Следует отметить, что с практической точки зрения система мониторинга должна быть ориентирована на выявление факторов и источников воздействия, а также на сохранение объектов, представляющих общечеловеческую ценность. Отсюда следует различать мониторинг источников *опасных химических веществ* (ингредиентный мониторинг); *стационарных точечных* источников опасных химических веществ (объект, скважина, заводские трубы, котельные и т.п.), *передвижных точечных* источников (транспорт) и *площадных* источников (*территории административно-хозяйственного назначения и др.*). Иногда целесообразно создание специализированных подсистем мониторинга для

наблюдений за содержанием *опасных химических веществ* в живых организмах, архитектурных объектах, почвах и пр. При этом мониторинг обязательно включает химико-аналитический контроль опасных химических веществ, ориентированный на выявление, оценку и наблюдение за источниками и уровнями загрязнений объектов вредными веществами в результате природного и антропогенного воздействия (прямого, косвенного или катастрофического).

К сожалению, автором диссертации недостаточно подробно описано, что основными *целями* программы мониторинга являются:

- определение уровней природного и природо-техногенного воздействия и выявление потоков опасных химических веществ;
- оценка величин и скоростей распространения потоков опасных химических веществ, загрязнителей и продуктов их превращения;
- использование полученной информации для оценки и прогноза состояния абиотических и биотических компонентов геологического пространства;
- получение, обработка и хранение информации о современном состоянии объектов геологического пространства для использования при разработке природоохранных мероприятий;
- обеспечение заинтересованных организаций и ведомств информацией о прогнозируемом состоянии объектов геологического пространства при управлении качеством его компонентов в процессе природопользования.

Также следовало бы отметить, что главными *задачами* мониторинга являются:

- проведение режимных наблюдений за абиотическими и биотическими компонентами геологического пространства на основе химико-аналитического контроля опасных химических веществ
- сбор и систематизация данных естественно-природной направленности (фоновые параметры);
- сбор и систематизация сведений о природно-техногенных последствиях природопользования
- анализ и оценка состояния абиотических и биотических компонентов геологического пространства с учетом естественно-природных (фоновых) условий, а также природно-техногенных последствий природо- и недропользования оценка и прогноз состояния абиотических и биотических компонентов геологического пространства с учетом природно-техногенных последствий природопользования, для разработки природоохранных мероприятий; подготовка своевременной информацией о прогнозируемом состоянии объектов геологического пространства для использования при управлении качеством компонентов окружающей среды в процессе природопользования.

В качестве положительного аспекта следует подчеркнуть, что в работе автором представлена структура и содержание комплексного инженерно-геологического мониторинга исторического центра Ханоя, имеющая научную новизну.

Третьим защищаемым положением в работе является утверждение, что преобразование основных компонентов подземного пространства в системе: вмещающие грунты - подземные воды - микробиота - газы - несущие конструкции старинных зданий и сооружений под воздействием природных и техногенных факторов формирует концепцию и содержание объектного мониторинга в пределах исторического центра Ханоя. Принципы объектного мониторинга разработаны автором на примере трех архитектурно-исторических памятников Ханоя, имеющих особую культурную значимость для столицы и государства Вьетнам: Ханойской флаговой башни (1805-1812 гг.), Доанмон ворота (1467 гг.-?) и Ханойского Кафедрального собора (1882- 1886 гг.). Указанные три памятника практически попадают в зону влияния депрессионной воронки, сформировавшейся при использовании подземных вод напорного водоносного горизонта, а образование трещин в несущих конструкциях Флаговой Башни и Доанмон ворота формируются не только за счет неравномерных осадок сооружений под действием давления, но и деформаций земной поверхности при снятии напоров и возрастании эффективных напряжений. Наиболее заметной формой деструкции каменных материалов трех памятников, кроме образования трещин, является биообрастание поверхности стен в их нижней части, которые практически полностью покрыта биопленками различного состава. Они развиваются на кирпичной кладке и других материалах, где образуют сплошной покров черного и серого цвета за счет темноокрашенных микромицетов и бактерий. Очевидно, что развитие биообрастаний происходит постоянно, чему способствует влажный тропический климат, поступление органических веществ из окружающей среды, капиллярное движение влаги в стенах зданий в условиях высокого положения уровня загрязненных грунтовых вод и наличия многочисленных трещин в несущих конструкциях, способствующих более активному развитию коррозии различной природы. В результате взаимосвязанных процессов физико-химической и биологической коррозии поверхностный слой кирпичной кладки претерпел существенные изменения. Деструкции подвергаются и другие материалы: бетон, штукатурное покрытие, каменная кладка. Обычно создание и проведение мониторинга ограничивается геодезическими наблюдениями за деформациями зданий, ценность которых обычно базируется на их возрасте, предназначении, необходимости их использования в будущем как культового, культурного либо архитектурного памятника (сооружения). При этом, не уделяется должного внимания разрезу основания здания, в том числе изменению состояния и свойств грунтов во времени, варьированию гидродинамических условий водоносных горизонтов, их химическому составу и агрессивности вод по отношению к конкретным строительным материалам подземных конструкций исследуемых сооружений. Особенности динамики деформаций зданий должны быть увязаны с состоянием компонентов

подземного пространства в зоне воздействия наблюдаемого объекта и изменением напряженно-деформированного состояния в его основании при варьировании уровней подземных вод, а также проявлениями газодинамического давления.

Соответственно, концепция объектного мониторинга сооружения должна базироваться на специфике взаимодействия, в нашем случае, архитектурноисторического памятника с многокомпонентным подземным пространством, границы которого не ограничиваются зоной основания. Однако, если придерживаться традиционной трактовки понятия «основание сооружения», то его размеры будут определяться только изменением напряженного состояния грунтов за счет давления от сооружения при действии сжимающих напряжений на горизонтальных площадках. В реальных условиях при учете природных и техногенных факторов границы зоны основания значительно расширяются и при назначении содержательной части мониторинга и ее структуры необходимо предусмотреть изучение тех преобразований в подземной среде, которые предопределяют длительную устойчивость исследуемого сооружения при снижении несущей способности грунтов, интенсификации неравномерных осадок и, соответственно, развития трещинообразования в несущих конструкциях.

Следовательно, необходимо создать структуру объектного мониторинга, в которой анализируется влияние природных и техногенных факторов, воздействующих на возникновение и развитие деформаций изучаемых сооружений (см. рисунок 8 в автореферате). Как уже отмечалось ранее, рассматриваемые архитектурно-исторические памятники функционируют в районах развития слабых водонасыщенных песчано-глинистых грунтов, которые относятся к отложениям, характеризующимся квазипластичным состоянием и низкими модулями общей деформации, а также высокой степенью загрязненности грунтов. Кроме того, исследования показали, что в Ханое прослеживаются опасные экзогенные и эндогенные процессы и явления, негативно воздействующие на устойчивость сооружений, особенно тех, которые исчерпали свой эксплуатационный ресурс.

Отсюда, в рамках системы наблюдений, контроля, оценки и прогноза природного и природно-техногенного воздействия на компоненты геологического пространства, в процессе природопользования, можно выделить, по крайней мере, две основные ее подсистемы.

Одна подсистема должна быть реализована путем проведения комплексных инженерно-геологических режимных полевых и лабораторных работ, включая отбор проб объектов, требующих контроля и стационарных наблюдений, а также, при необходимости, проб биосред, а также наблюдений за современным состоянием компонентов объектов геологического пространства, как в пространстве, так и во времени, а также факторами воздействия, обусловленными природными и природно-техногенными процессами.

Другая подсистема должна представлять собой информационную систему инженерно-геологических данных, которые непрерывно (перманентно) поступают для хранения, анализа,

оценки состояния геологического пространства и составления прогнозов, а также подготовки данных для разработки природоохранных мероприятий.

Заслуживает внимания разработанная автором диссертации блок-диаграмма концепции, структуры и содержания объектного мониторинга некоторых архитектурно-исторических памятников Ханоя.

И, наконец, хотелось бы отметить, что выделение инженерно-геологических комплексов и их районирование определяет на основе изучения содержания и принципам методологии инженерно-геологического картографирования. Следует подчеркнуть, что инженерно-геологические карты, представляющие собой обобщающую модель и банк информации, отражают не только уровень развития инженерно-геологического научного направления, но и взгляды автора. При этом следует иметь в виду, что карты - это не только средство представления информации, но и предмет изучения эколого-геологического объекта (территории).

Работая с мелкомасштабными инженерно-геологическими картами нельзя не учитывать стандарт требований:

- репрезентативность изобразительных средств, используемых при картографировании,
- связь масштабов и размера карты,
- учет влияния факторов и процессов, определяющих инженерно-геологическую обстановку,
- составление комплекта инженерно-геологических карт на разных стадиях их обобщения и интерпретации фактического материала.

В такой комплект карт должны включаться характеристика потенциальных ресурсов инженерно-геологических комплексов, специальные карты разного назначения (условий, уязвимости, устойчивости, риска). Отображение результатов оценки современного инженерно-геологического состояния должно производиться на специально разработанной для этой цели электронной инженерно-геологической карте (карте инженерно-геологических условий). База карт инженерно-геологических условий должна включать комплексную информацию о состоянии внутренних и внешних факторов естественно-природного и аномального (природного и природно-техногенного) происхождения, а также сведения о возможных пространственно-временных изменениях этих свойств.

Данный раздел недостаточно полно рассмотрен в диссертации.

В заключение следует отметить, что диссертационная работа **НГУЕН ТЬЕН ЧУНГ** имеет несомненную теоретическую, методическую и практическую значимость. При этом высказанные в отзыве замечания не меняют ее общей положительной оценки.

Таким образом, диссертация **НГУЕН ТЬЕН ЧУНГ "ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ХАНОЯ**



(СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА ВЬЕТНАМ)', является актуальной, обладает теоретической и методической новизной, а также практической значимостью и отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Заведующий кафедрой экологической геологии  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»,  
доктор геол.-мин. наук, профессор

Куриленко  
Виталий Владимирович

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д.7/9

тел. 8(812)3264936

e-mail: [vvk\\_eco@mail.ru](mailto:vvk_eco@mail.ru)

