

Проблемы сохранения архитектурного наследия исторического центра Киева в условиях возрастающего эколого-техногенного риска

© В. И. Старостенко¹, А. Е. Антонюк², М. Г. Демчишин³, А. П. Дышлык⁴,
А. В. Кендзера¹, П. И. Кривошеев⁷, С. П. Левашов⁵, В. И. Лялько⁶,
Ю. А. Маслов², И. В. Матвеев⁷, А. Г. Мычак⁶, В. Д. Омельченко¹,
Н. И. Орленко², В. Ф. Рыбин³, Ю. С. Слюсаренко⁷, Н. Х. Соковнина⁸,
О. М. Терemenko⁶, 2011

¹Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

²Корпорация «Укрреставрация», Киев, Украина

³Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина

⁴Научно-производственное предприятие «Киевгеоинформатика», Киев, Украина

⁵Научно-производственное предприятие «Геопром», Киев, Украина

⁶Научный центр аэрокосмических исследований Земли НАН Украины, Киев, Украина

⁷Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций, Киев, Украина

⁸Научно-исследовательский и проектный институт градостроительства, Киев, Украина

Поступила 5 апреля 2011 г.

Представлено членом редколлегии О. М. Русаковым

Значна частина історичного центру Києва з архітектурною спадщиною розташована в зонах геологічного ризику — прояву небезпечних природних і природно-техногенних процесів. Містобудівна діяльність без врахування геологічного ризику може значно знизити ефективність зусиль по збереженню спадщини. Проблема полягає в зменшенні ризику, підвищенні стабільності і стійкого існування об'єктів архітектурної спадщини, а також всієї інфраструктури. В основі концепції, що викладається, стратегія упередження, моніторинг стану середовища і об'єктів спадщини з використанням сучасних технологій. Представлено особливості програмно-цільового підходу до вирішення проблеми збереження архітектурної спадщини на урбанізованій території в умовах зростаючого еколого-техногенного навантаження на геологічне середовище. Особливістю даного підходу є врахування істотної ролі верхньої літосфери в стійкості геологічної основи об'єктів архітектурної спадщини і наземної техносфери міста.

The substantial part of the historical centre of Kiev with the architectural heritage is located in the zones of a geological risk, i.e. zones of the development of the dangerous natural and technogenic processes. The town-building activity without taking into account the geological risk can considerably decrease the effectiveness of the efforts for the heritage conservation. The problem is that to the risk decrease and to increase the heritage stability and the steady existence of the objects with a common infrastructure. At the basis of the concept is stated a forestall strategy, a monitoring of the surrounding and the heritage objects with use of the contemporary technologies. There are represented the special features of the program — purposive approach to the solution of the problem of the preservation and conservation of the architectural heritage at the urbanized territory under the conditions of the increasing ecological and technogenic risk of the geological environment. The special feature of this approach is a consideration of the significant role of the upper lithosphere for the stability of the bases of the architectural heritage and the ground-based technosphere of the city.

Введение. Восприятие исторического центра города как своеобразного организма, который сохраняет тенденции развития и представляет собой целостную систему [Прибега,

2009], содействует утверждению территориальной формы охраны наследия. Территориальная форма охраны наследия нашла в Украине отображение в законодательстве [Закон...

2000], где определяется понятие исторического ареала как исторически обусловленного территориального образования, которое сохранило историческую планировочную структуру и характерную застройку.

В историческом ареале территориально объединяются разнообразие объекты недвижимого культурного наследия: памятники архитектуры, истории, археологии, монументального искусства, архитектурно-исторические ансамбли и памятники садово-паркового искусства. Ландшафтные особенности территории, конфигурация планировочной сети и традиционная застройка формируют пространственную структуру ареала. Таким образом, исторический ареал воспринимается как интегральный объект архитектурного наследия (рис. 1).

Существенным понятием и критерием оценки такого объекта является критерий целостности [Operational..., 2008], имеющий особую актуальность для Киева, на определенную часть территории которого распространяется Конвенция об охране культурного и природного наследия ЮНЕСКО — территории Софийского собора и Киево-Печерской лавры, включая их охранные (буферные) зоны (рис. 2, 3). Структура объекта, удовлетворяющего такому критерию, должна быть в устойчивом состоянии и воздействие опасных процессов должно быть под контролем. Кроме того, должны быть сохранены взаимосвязи и функции, присутствующие в культурных ландшафтах исторического города.

Именно критерий целостности исторического ареала как интегрального объекта архитектурного наследия послужил основанием для формулирования данного подхода к решению проблемы сохранения исторического центра Киева в условиях возрастающего экологотехногенного риска.

Многоаспектность проблемы, ее межотраслевой характер, выходящий за пределы полномочий различных отраслевых министерств, ведомств и органов местного самоуправления, а также отдельных владельцев территории, вызвал необходимость программно-целевого подхода к ее решению путем организации специальной научно-технической программы [Маслов, 2010]. Юридическая основа для такого подхода изложена в законодательстве Украины [Закон., 2004; Постановова..., 2007]

Первым и основополагающим этапом таких программ является подготовка соответствующей концепции. Проект концепции государственной целевой научно-технической про-

граммы «Инженерная защита территории, мониторинг и сохранение культурного наследия Правобережья Киева», предлагаемый авторами, имеет структуру, основными элементами или разделами, составляющими ее, являются:

- формулировка проблемы, на решение которой направлена программа;
- анализ причин возникновения проблемы;
- цель программы;
- определение рационального варианта решения проблемы на основании сравнительного анализа разных вариантов;
- пути и способы решения проблемы;
- ожидаемые результаты и эффективность программы;
- оценка необходимых финансовых ресурсов и срок реализации.

После одобрения проекта концепции распоряжением Кабинета Министров Украины разрабатываются этапы проекта программы в рамках конкретных мероприятий для достижения ее цели. Мероприятия программы в зависимости от их специализации и целевой направленности могут иметь многостадийный характер, включая фундаментальные и прикладные исследования, проектирование и внедрение. В данной статье излагается суть пяти первых разделов предлагаемого проекта концепции.

Проблема, на решение которой направлена программа. Центральный исторический ареал Киева расположен в правобережной части города. Высоты правого берега Днепра, которые сохранили значительную часть наследия, в течение столетий и ныне играют важную градостроительную роль. Природные доминанты правобережья украшены целой вереницей архитектурных ансамблей и памятников садово-паркового искусства.

Именно на этой территории сосредоточены наиболее значимые объекты, характерные для исторического силуэта города. В их числе Софийский собор и Киево-Печерская лавра, на которые распространяется Конвенция об охране культурного и природного наследия ЮНЕСКО, а также номинанты для включения в Список Всемирного наследия — древние Андреевская и Кирилловская церкви. В связи с особой важностью объектов на данной территории и проявлением здесь опасных геологических процессов (рис. 4) эта часть Киева требует особого внимания и защиты.

Комплексные исследования территории Киева [Чорнокін та ін., 2000; Старостенко и др., 2001, 2006] свидетельствуют о возрастании

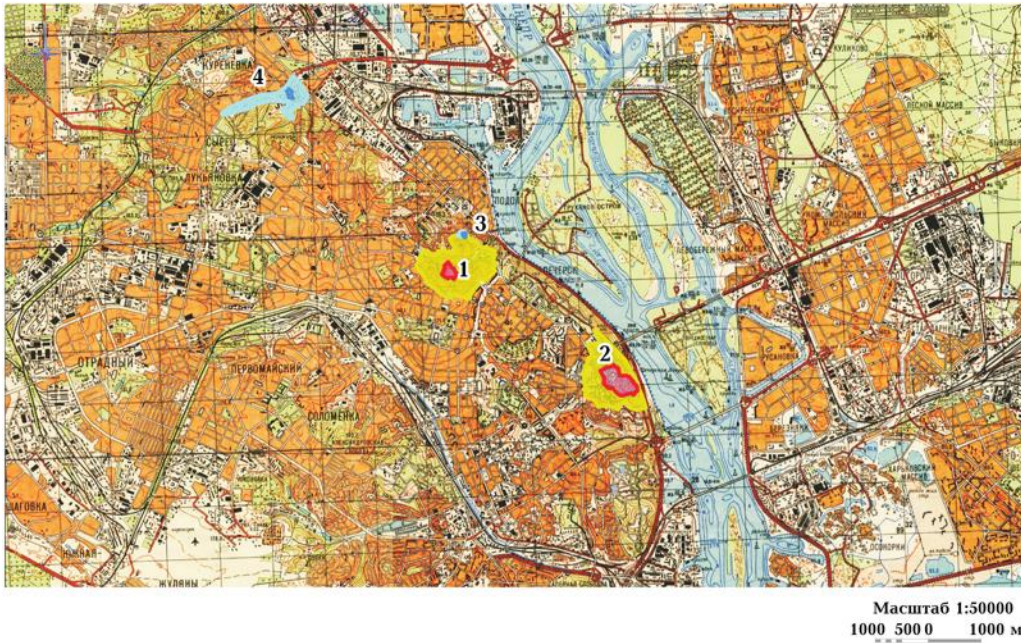


Рис. 1. Исторический центр Киева с расположением буферных зон: 1 — Софийский собор, 2 — Киево-Печерская лавра, 3 — Андреевская церковь, 4 — Кирилловская церковь.

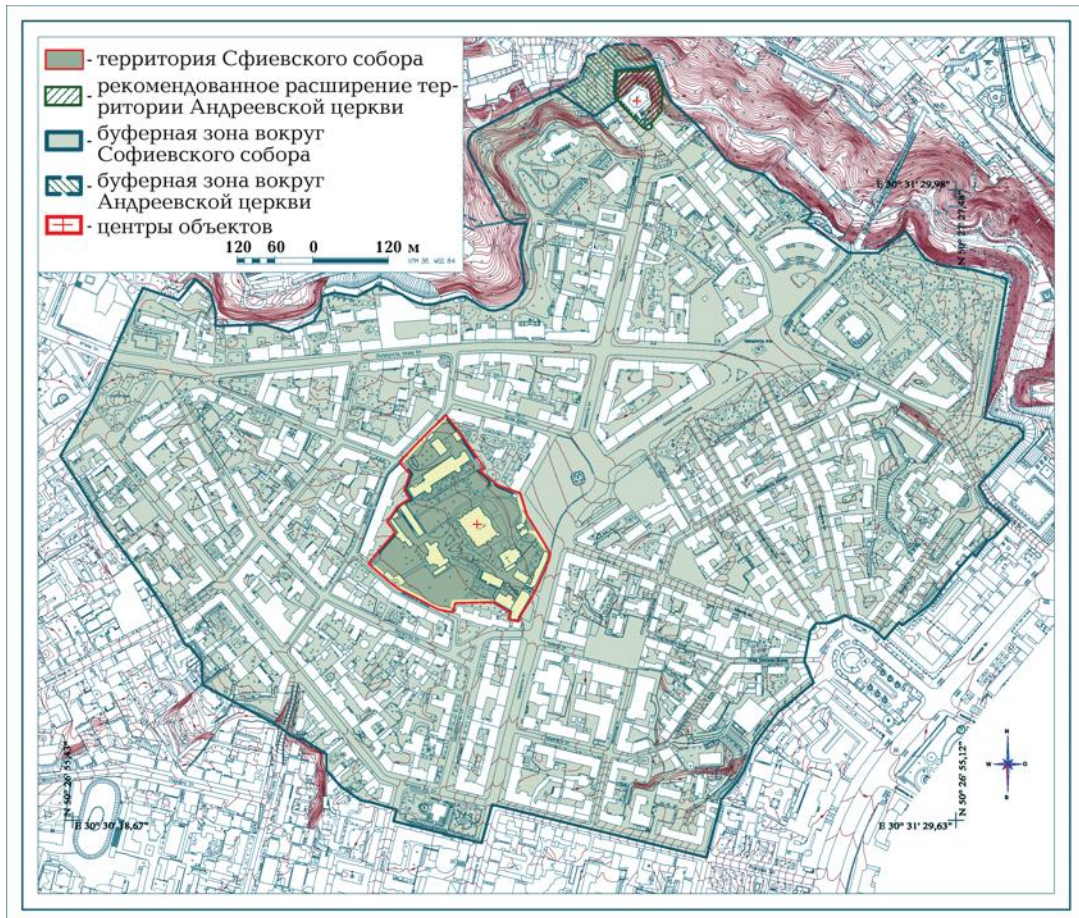


Рис. 2. Буферная зона Софийского собора.

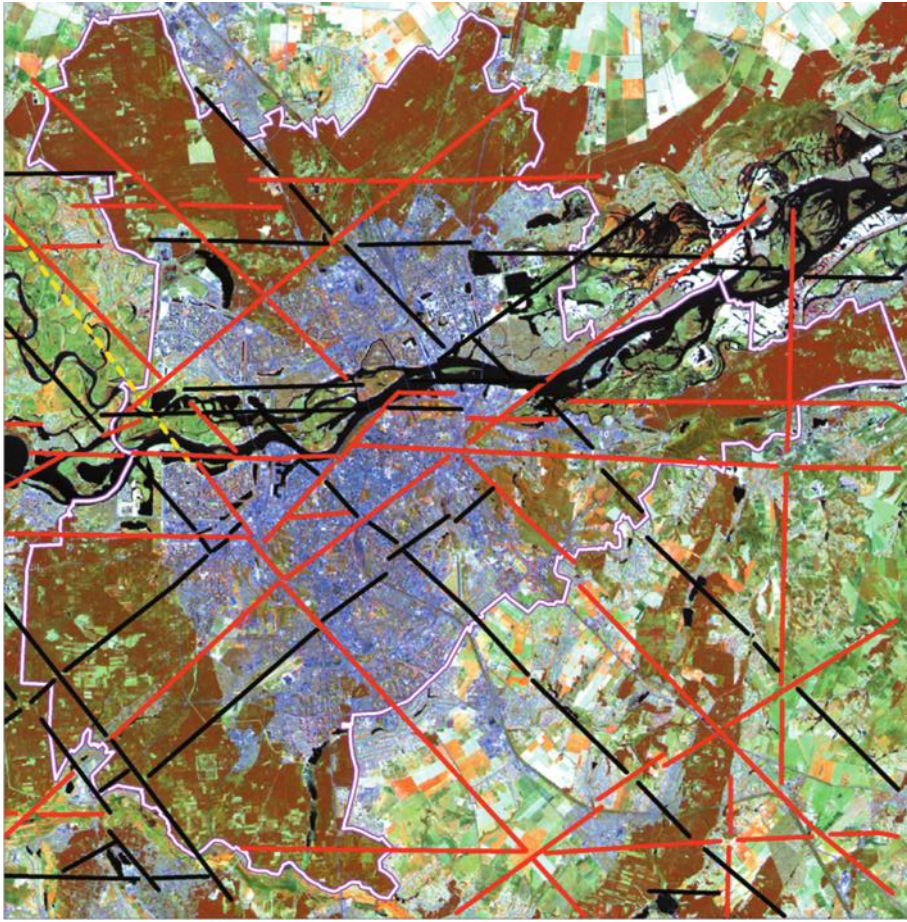


Рис. 4. Зоны геодинамических напряжений (геологического риска) на территории Киева [Лялько та ін., 2001]; 1 — по данным геологических исследований (Гожик П. Ф., Зосимович В. Ю., 2001); 2 — по данным дешифрирования космических снимков (Научный ЦАКИЗ ИГТН НАНУ, 2010); 3 — границы территории г. Киева.

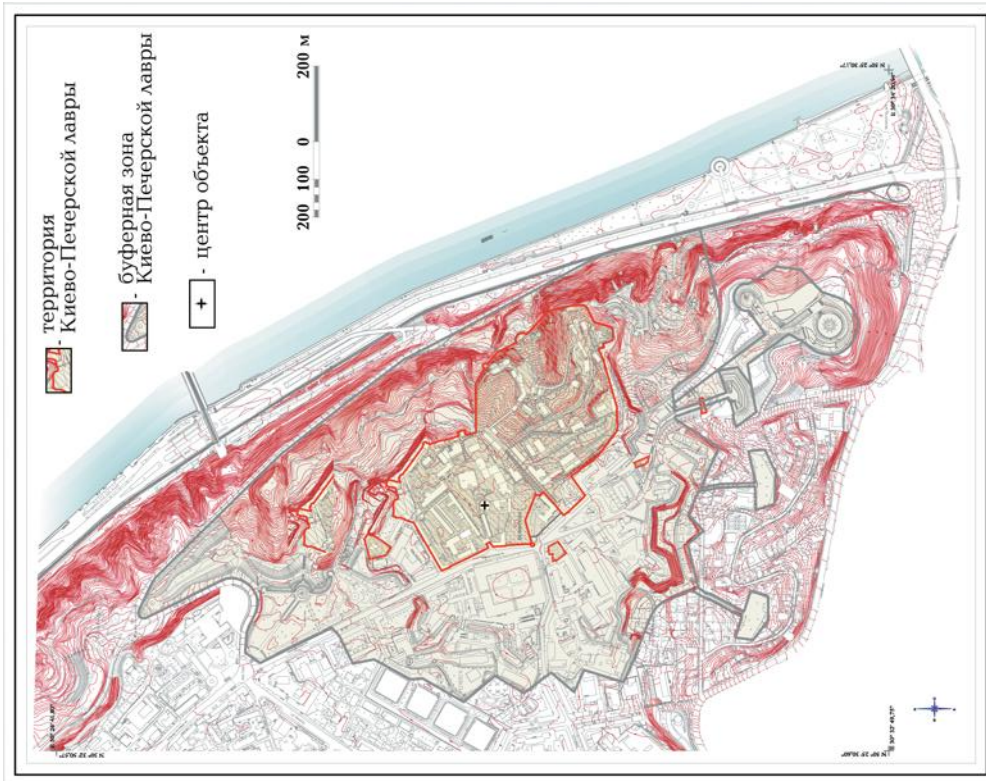


Рис. 3. Буферная зона Киево-Печерской лавры и Старо-Печерской крепости.

эколого-техногенного риска для геологической среды, порождающего проблему долговременного сохранения архитектурного наследия и наземной техносферы центрального исторического ареала.

Именно на решение проблемы сохранения архитектурного наследия на урбанизированной территории в условиях возрастающего эколого-техногенного риска геологической среды нацелена предлагаемая целевая научно-техническая программа.

Причины возникновения проблемы. Истоки проблемы кроются в природных особенностях территории и результатах антропогенной деятельности на ней. Инженерно-геологические условия левобережной и правобережной территории Киева существенно отличаются. Левому низкому берегу Днепра присущи более простые инженерно-геологические условия. Здесь практически отсутствуют проявления опасных геологических процессов.

В числе наиболее неблагоприятных природных особенностей территории правобережья следует отметить следующие: геоморфологические контрасты рельефа; расположение территории на стыке структур кристаллического фундамента; наличие тектонических разломов (рис. 5) и разрывных нарушений в осадочном чехле; породы с низкими показателями прочностных и деформационных свойств (лессы, супеси, суглинки, пески, глины) в геологическом строении; зоны геодинамической активности и интенсивных неотектонических движений, которые создают условия для эрозии грунтовых массивов и активизации гравитационных процессов.

Поверхность правобережной части города — приподнятая платообразная равнина, расчлененная долинами малых рек — притоков Днепра и овражной сетью. Характерные формы рельефа — эрозионные останцы, абсолютные отметки которых изменяются в пределах 180—196 м. Самые низкие участки территории приурочены к фрагментам пойменных террас с абсолютными отметками 92—97 м. Поверхность кристаллического фундамента на данной территории встречается на глубине в среднем 350—550 м. Осадочные породы над кристаллическим фундаментом представлены песками, глинами, мергелями, мелом, известняками.

В числе основных факторов геологического риска на данной территории — проявление эндогенных (сейсмичность, современные тектонические движения участков земной коры,

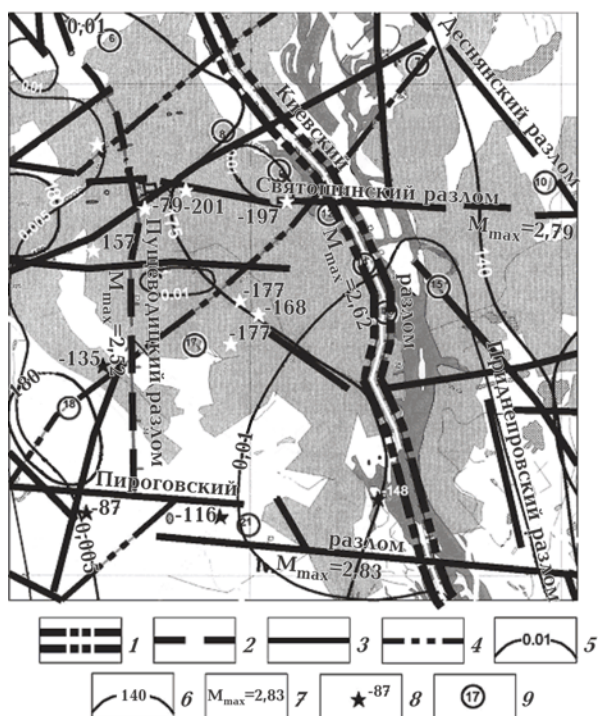


Рис. 5. Неотектоника территории Киева, фрагмент [Чорнокін та ін.2000; Старостенко и др.,2001]: 1 — Киевский разлом (кинематический тип — сбросо-сдвиг); 2 — Пущеводицкий разлом (кинематический тип — сдвиг); 3 — разломы с невыясненным типом перемещений, неотектоническая активность которых подтверждается геолого-геоморфологическими исследованиями; 4 — разломы прогнозируемые; 5 — изограды средних скоростей движений земной коры (см/км/тыс.лет)¹; 6 — изобазы суммарных амплитуд неотектонических движений земной коры (М); 7 — магнитуда; 8 — абсолютные отметки поверхности кристаллического фундамента; 9 — кусты глубинных реперов, совмещенные с GPS.

криптовые смещения среды вдоль разломов) и экзогенных (эрозия, оползни, суффозия, просадки, провалы, подтопление, заболачивание, оседание поверхности) процессов, которые при техногенных воздействиях обретают разрушительный характер.

К опасным факторам техногенного воздействия на данную территорию относятся следующие: механическое влияние наземной техносферы города; нарушение составляющих баланса подземных вод; изменения условий стока поверхностных и подземных вод — засыпка эрозийной сети (оврагов, рвов, русел малых рек и ручьев); формирование массивов насыпных отложений с низкими фильтрационными свойствами; барражный эффект в

¹ См/км/тыс.лет — средний градиент скорости неотектонических движений (1 см/1 км), характеризующий изменение амплитуды неотектонических движений на единицу расстояния за период 1 тыс.лет [Старостенко и др., 2001]

результате устройства сооружений на путях стока; конденсация влаги под новостройками; подпор грунтовых вод подземными сооружениями; изменения рельефа и других элементов естественного ландшафта в процессе градостроительной деятельности; наличие подрабатываемых участков территорий на склонах долины р. Днепр.

Точечные нагрузки на толщу пород от веса новостроек повышенной этажности, как вид механического влияния, особенно в пределах пересечения разломных зон и участков геодинамических напряжений, могут провоцировать наведенную сейсмичность в результате дополнительной нагрузки на блоки кристаллического фундамента.

Наличие подрабатываемых участков территорий на склонах долины р. Днепр связано с устройством в первой половине XX в. противооползневых дренажных систем галерейного, коллекторного и штольневыего типов на глубине от 4 до 28 м от поверхности земли в массивах горных пород. Со временем по разным причинам они утратили свое назначение и привели к образованию провалов, смещению грунта, деформациям инженерных систем и сооружений. С течением времени существенно сократился дебит грунтовых вод и дренирующая способность штолен. За весь период наблюдений (с 1939 г.) доля влияния дренажей глубокого заложения на активизацию эрозионно-гравитационных процессов составляет около 20 % и является наивысшей из всех техногенных причин, которые влияют на развитие экзогенных процессов на этой территории.

Интенсификация градостроительной деятельности повлекла за собой образование негативных физических полей в геологической среде, в том числе, вибрационных, тепловых и электрических.

Таким образом, современные процессы природного и природно-техногенного характера являются основными факторами геологического риска, порождающими возникновение и обострение проблемы [Кутас, 2000; Чорнокін та ін., 2000; Старостенко и др., 2001, 2005, 2006].

Цель программы — ликвидация или снижение влияния нарастающего эколого-техногенного риска геологической среды, повышение стабильности территории, долговременного и устойчивого существования архитектурного наследия.

Пути решения проблемы. Проблема может решаться путем реализации двух принципиально отличных вариантов: первый — реакти-

рование на последствия разрушительных проявлений негативных процессов, второй — их прогноз и упреждение.

Первый вариант направлен исключительно на ремонтные мероприятия локального характера, которые касаются ликвидации последствий негативных явлений на отдельных участках и объектах архитектурного наследия. Необходимость таких мероприятий предопределена опасными ситуациями, которые зачастую являются следствием недостаточности информации о природных процессах и техногенных явлениях, а также о существовании разнообразных новых объектов, которые создавались без учета их влияния на окружающую среду. Главным недостатком данного варианта является то, что требуется излишнее расходование средств и усилий.

Второй вариант направлен на реализацию стратегии упреждения [Осипов, Медведев, 1997, Слепак, 2007] путем развития систем мониторинга и опережающей нейтрализации угроз. Существенная особенность данной стратегии в условиях Киева заключается в следующем:

- ориентация на территориальную ландшафтно-геологическую форму охраны наследия; именно такая форма охватывает территорию за пределами того или иного локального объекта архитектурного наследия и дает принципиальную возможность отслеживать развитие негативных процессов в геологической среде, распространение которых имеет место в смежных участках территории, а также зарождающихся в окружающей среде на значительных расстояниях от локальных объектов наследия; систематизировать все мероприятия с применением технических, организационных и инвестиционных средств для определения наиболее рациональных путей уменьшения природно-техногенных воздействий;
- значительное внимание превентивным мероприятиям, которые могут быть эффективными только при условии территориальной формы охраны наследия, а именно геофизическим, инженерно-геологическим и гидрогеологическим целевым прогнозам;
- разработка мероприятий инженерной защиты в непосредственной связи с оценкой динамики технического состояния территории и результатами целевых прогнозов.

Международный опыт свидетельствует, что расходы на реализацию стратегии упреждения

до 15 раз меньше по сравнению с потерями, связанными с развитием опасных процессов. Это отмечалось в «Йокогамской стратегии» на Всемирной конференции по уменьшению опасности стихийного бедствия (ООН, Йокогама, Япония, 1994).

Первоочередные задачи. В числе первоочередных задач реализации выбранной стратегии в рамках предлагаемой концепции — следующие:

- выполнение инструментальных наблюдений деформаций земной поверхности в условиях сложного взаимодействия экзогенных, эндогенных и техногенных процессов;
- исследование ритма экзогенных геологических процессов, в частности эрозионно-гравитационных, с целью оценки геодинамического потенциала территории и геологического риска [Demchyshyn, 1997];
- выявление параметров пространственно-временной дифференциации и изменений эндогенных тектонических движений земной коры и оценка их влияния на динамику экзогенных процессов;
- обнаружение и систематизация опасных для устойчивости геологической среды изменений в функционировании инженерных систем и коммуникаций в конкретных инженерно-геологических условиях;
- картографирование зон риска — проявления опасных экзогенных, эндогенных и природно-техногенных процессов и разработка регламентирующих, инженерных и мониторинговых мероприятий для его снижения;
- использование геоинформационной системы [Chabanyuk et al., 2002] для контроля и прогнозирования развития опасных природных и природно-техногенных процессов в геологической среде.

Принципиальным преимуществом геоинформационной системы (ГИС) есть комплексное информационное отображение и оперирование пространственно-распределенными, разнородными и динамическими факторами геологического риска природного и природно-техногенного происхождения с учетом их взаимосвязи и взаимовлияния на всех уровнях управления.

Превентивные мероприятия. Основой превентивных мероприятий должно явиться развитие мониторинга на территориальном, локальном и объектном уровнях.

Система мониторинга на территориальном

уровне должна включать подсистемы:

- высокоточных геодезических наблюдений за горизонтальными и вертикальными деформациями земной поверхности на территории;
- гидрогеологического контроля территории для отслеживания режима грунтовых вод, влажностного режима зон аэрации, расхода штольневых дренажей;
- сейсмологического контроля для отслеживания зарождения сейсмоопасных зон в условиях техногенных влияний, микрорайонирования исследуемых участков и выработки мероприятий по снижению сейсмического риска;
- использования материалов аэрофотосъемки и космической съемки для отслеживания тенденций развития опасных аномалий в геологической среде.

Геодезические опорные пункты сети наблюдений за изменениями положения глубинных реперов располагаются в пределах разломно-блоковых структур, а также мест сосредоточения опасных природно-техногенных процессов, влияющих на устойчивость геологической среды.

Сеть сейсмологического контроля создается с учетом расположения зон разрывных нарушений для оценки их потенциальной активности.

При интерпретации результатов геодезических наблюдений на склонах долины р. Днепр выделяются границы устойчивых и деформированных пород, положение депрессионной поверхности водоносных горизонтов, разгружающихся на склонах.

Мониторинг на локальном уровне рассматривается как единая система, включающая:

- комплексные наблюдения за инженерно-геологическими процессами, эффективностью инженерной защиты, состоянием сооружений и территорий в периоды реставрации, ремонта, реабилитации и эксплуатации объекта;
- анализ результатов наблюдений, расчетов и моделирования, рекомендаций по усилению инженерной защиты конструкций сооружений и т. п.;
- проектирование дополнительных мероприятий по обеспечению надежности сооружений и эффективности инженерной защиты, по предотвращению социально-экологических последствий;
- осуществление дополнительных мероприятий при активном геологическом надзоре.

Мониторинг на локальном уровне также предусматривает, в частности:

- полевые инженерно-геофизические наблюдения [Levashov et al., 2008; Слепак, 2007] с целью выявления аномалий в приповерхностных слоях геологической среды;
- контроль напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов, оползневых и провальных участков, выявление их структурно-тектонических особенностей;
- пространственный контроль деформаций надземных и подземных частей объектов архитектурного наследия с учетом статических и динамических воздействий, динамики напряженно-деформированного состояния неоднородных оснований древних сооружений и дополнительных нагрузок на несущие конструкции, обусловленных аккумулятивными усталостными процессами в материалах и конструкциях зданий, а также в неоднородной структуре реального геологического разреза в основаниях зданий, снижающих запас устойчивости в результате неравномерных оседаний и кренов зданий и сооружений;
- контроль технического состояния инженерного оборудования, инженерных сетей и геотехнических объектов на локальных территориях.

Результаты мониторинга на локальном уровне должны стать основанием для проектирования и реализации мероприятий по инженерной защите локальных участков территории, инженерной защите и консервации объектов культурного наследия.

Защитные мероприятия. В отличие от традиционных приемов инженерной защиты территорий и объектов, присущих мероприятиям инженерной подготовки при новом строительстве, специфика в данном случае заключается в необходимости сохранения культурного и природного наследия на существующей территории.

Инженерная защита территорий, зданий и сооружений рассматривается как комплекс мероприятий, направленных на предупреждение отрицательного воздействия опасных геологических, экологических и других процессов на территорию, здания и сооружения, а также защиту от их последствий [Межгосударственные..., 2002].

Особое значение при территориальной ландшафтно-геологической форме охраны наследия должно придаваться схемам инженер-

ной защиты (генеральным, детальным) — проектному материалу, разработанному с целью определения и обоснования оптимального комплекса инженерной защиты, его укрупненной ориентировочной стоимости и очередности осуществления.

Генеральная схема инженерной защиты должна разрабатываться на стадии «Генерального плана города» для создания необходимых условий формирования среды жизнедеятельности, а также для соблюдения требований к сохранению объектов культурного и природного наследия и экологической безопасности для территорий, подверженных воздействиям (существующим и потенциальным) опасных геологических процессов.

Для Киева — одного из крупнейших исторических городов, учитывая уникальность градостроительной планировки и самой застройки, актуальна предварительная разработка концепции генеральной схемы защиты исторических территорий от опасных геологических процессов с учетом историко-архитектурного опорного плана и проектов зон охраны.

Детальная схема инженерной защиты должна разрабатываться на стадии «Проект застройки территорий» для обеспечения требований объемно-пространственного и архитектурно-планировочного решения, а также устранения планировочных ограничений в связи с развитием (существующих или возможных) опасных геологических процессов для отдельных частей территории города.

Схемы инженерной защиты, разработанные в составе проектно-планировочной документации, подлежат дальнейшей детализации в составе проектной документации комплексов локальных сооружений инженерной защиты и их элементов для конкретных участков территории города.

При обосновании защитных мероприятий существенное значение имеет соблюдение следующих основных принципов [Демчишин, 1992]: адекватности защитных мероприятий характеру и масштабам проявления опасных геологических процессов; селективности воздействия конкретных мероприятий, направленных на устранение или ликвидацию определенных факторов риска; стимулирования способности геологической среды к саморегулированию и самовосстановлению; учет стадийности и ритмичности проявления экзогенных геологических процессов.

Инженерная защита от одного или нескольких опасных процессов должна осуществлять-

ся независимо от ведомственной принадлежности территорий и объектов, а также предусматривать образование единой территориальной системы мероприятий.

Первоочередные схемы инженерной защиты должны охватывать следующие участки территории: Выдубецкого монастыря, Национального музея Великой Отечественной войны 1941—1945 гг., Старо-Печерской крепости и Киево-Печерской лавры, «Города Владимира», территории и зон охраны здания Верховной Рады Украины, Мариинского дворца, Парковой дороги, Верхнего плато Липки (в границах улиц Грушевского, Кловского спуска, Кловской, Академика Богомольца, Круглоуниверситетской, Банковой, участка Международного центра культуры и искусств), Михайловской горы, Андреевского спуска, Владимирского спуска, района Подола в границах Почтовой площади и склонов Владимирской, Старокиевской и Замковой горы.

Первоочередные схемы инженерной защиты должны предусматривать выбор наиболее рационального комплекса защитных сооружений, установку контрольно-измерительной аппаратуры и устройство наблюдательных скважин, постов, геодезических реперов, марок для наблюдения за возникновением, а также развитием опасных процессов и работой сооружений инженерной защиты в период их строительства и эксплуатации, обеспечивающих долговременную устойчивость объектов и требования охраны окружающей среды.

Проектирование инженерной защиты для конкретных участков территории города необходимо выполнять на основе следующих материалов: решений, принятых в схемах инженерной защиты; результатов инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрологических, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий для строительства; результатов мониторинга объектов архитектурного наследия и их окружения.

Результаты изысканий должны содержать оценку территории по порогам геологической безопасности, прогноз изменения инженерно-геологических, инженерно-гидрологических и экологических условий на расчетный срок с учетом природных и техногенных факторов, а также рекомендации по выбору принципиальных направлений инженерной защиты.

Исходные материалы для проектирования схем инженерной защиты должны предусматривать сведения о существующих сооружениях

и мероприятиях инженерной защиты, их состоянии, возможности реконструкции и службах их эксплуатации.

Мероприятия инженерной защиты от разных видов опасных процессов должны быть увязаны между собой. Их следует осуществлять независимо от формы собственности и принадлежности защищаемых объектов, при необходимости предусматривать образование единой территориальной системы мероприятий и сооружений.

Уровень ответственности (класс) сооружений инженерной защиты следует назначать в соответствии с уровнем ответственности или классом защищаемых объектов.

Исходя из наиболее существенных особенностей территории и изложенных выше принципов преимущественными направлениями мероприятий по инженерной защите на рассматриваемой территории являются:

- регулирование стока поверхностных и подземных вод, защита склонов от инфильтрации и эрозионных процессов;
- устройство защитных покрытий, тампонаж трещин, скважин, шурфов, ликвидация рытвин, воронок, промоин и водоотвод за пределы оползнеопасных участков;
- устройство горизонтальных, вертикальных, комбинированных дренажей, пластиковых дренажей, водопонизительных скважин различных типов в сочетании с дренажами или взамен их;
- устройство удерживающих и поддерживающих противооползневых сооружений, в том числе подпорных стен, застенного дренажа при наличии грунтовых вод, анкерных креплений, опоясок, покровных сеток;
- агролесомелиорация, защитные покрытия и закрепление грунтов, в том числе посев многолетних трав с пропиткой грунта вяжущими материалами, посадка деревьев и кустарников в сочетании с посевом трав и одерновкой, цементация, смолизация, силикатизация, электрохимическое и термическое закрепление грунтов;
- введение специального режима эксплуатации склонов как природных сооружений;
- повышение надежности существующих водонесущих коммуникаций на участках расположения объектов наследия;
- устройство контурных дренажей для перехвата утечек из водовмещающих наземных и подземных сооружений на территорию объектов архитектурного наследия и их охранных зон;

- модернизация водонесущих инженерных сетей с устройством систем автоматического контроля утечек, прокладка сетей в специальных лотках, устройство сопутствующих дренажей;
- вывод из эксплуатации дренажно-штольневых систем на склонах Днепра, утративших свое значение в силу изменения гидрогеологического режима;
- устройство лучевых дренажей как альтернатива дорогостоящим дренажным галереям.

На участках карстовых проявлений на поверхности или в глубине грунтовых массивов (карры, поноры, воронки котловины, карстово-эрозионные овраги, полости, каналы, галереи, пещеры) для инженерной защиты зданий и сооружений в дополнение к ранее перечисленным необходимы противокарстовые мероприятия, в том числе водозащитные, геотехнические, конструктивные, технологические, эксплуатационные.

К водозащитным мероприятиям относят:

- недопущение скопления поверхностных вод в котлованах и на площадках в период проведения строительных и ремонтно-реставрационных работ;
- недопущение барражного эффекта при осуществлении противофильтрационных мероприятий.

К геотехническим мероприятиям относят:

- тампонирующее карстовых полостей и трещин на земной поверхности, в котлованах и горных выработках — шурфах, штольнях и т. д.;
- закрепление закарстованных пород и (или) вышележащих грунтов инъекцией цементационных растворов или другими способами.

К конструктивным мероприятиям относят:

- усиление несущей способности оснований и фундаментов зданий, конструктивных схем надфундаментными и поэтажными поясами, устройством пространственных рам.

К технологическим мероприятиям относят:

- повышение надежности инженерного оборудования и коммуникаций, их дублирование, контроль утечек их коммуникаций, своевременное отключение аварийных участков.

В состав эксплуатационных противокарстовых мероприятий (мониторинга) должны входить следующие:

- постоянный геодезический контроль за

оседанием земной поверхности и деформациями зданий и сооружений;

- наблюдения за проявлениями карста, состоянием грунтов, уровнем и химическим составом подземных вод;
- периодическое строительное обследование состояния зданий, сооружений и их конструктивных элементов;
- система автоматической сигнализации на случай появления недопустимых карстовых деформаций;
- устройство и периодическое наблюдение глубинных марок, реперов и маяков на трещинах строительных конструкций;
- контроль за выполнением мероприятий по борьбе с инфильтрацией поверхностных и хозяйственно-бытовых вод в грунт, запрещение сброса в грунт химически агрессивных вод;
- контроль (и ограничение) за взрывными работами и источниками вибрации.

В проектах сооружений и мероприятий для защиты от подтопления в дополнение к перечисленным следует предусматривать устройство перехватывающих дренажей, в том числе:

- головных — для перехвата подземных вод, фильтрующихся со стороны водораздела у верхней границы защищаемой территории;
- береговых — для перехвата подземных вод, фильтрующихся со стороны водного объекта и формирующего подпор (располагают вдоль берега у низовой границы защищаемой от подтопления территории или объекта);
- отсечных — для перехвата подземных вод, фильтрующихся со стороны подтопленных участков территории;
- систематических — для дренирования территорий в случаях питания подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и вод поверхностного стока, утечек из водонесущих коммуникаций или напорных вод из нижележащих горизонтов.

Ливневая канализация должна являться неотъемлемым элементом инженерной защиты территорий от подтопления и проектироваться в составе общей системы инженерной защиты или отдельно.

В проектах сооружений и мероприятий для защиты от подтопления следует предусматривать проведение следующих наблюдений (мониторинг):

- отслеживание изменений показателей,

характеризующих динамику режима (гидродинамического, химического и температурного) подземных вод;

- выявление опасных аномалий в режиме подземных вод (непредусмотренный подъем уровня подземных вод, рост их агрессивности, повышение температуры), оценка ситуаций (существующей и прогнозной, а для объектов архитектурного наследия — и ретроспективной);
- оповещение организаций, принимающих решение о складывающейся на объекте угрожающей ситуации.

Проект системы мониторинговых наблюдений должен включать: план расположения и конструкцию скважин наблюдательной сети; разработку регламентов (выбор наблюдаемых показателей, определение допустимого диапазона их колебаний, сроки и точность проведения замеров, аппаратура и оборудование, период наблюдений); методику наблюдений и обработки материалов.

Первостепенное значение для инженерной защиты территорий и объектов наследия должно придаваться совершенствованию нормативно-правовой базы, регламентирующей градостроительную и хозяйственную деятель-

ность в охранных зонах объектов культурного и природного наследия, а также в пределах зон геодинамической активности — проявления опасных геологических процессов.

Важной проблемой для Киева является рациональное использование подземного пространства. В основании правобережной части Киева — устойчивые и пригодные для разработки глинистые мергели. В них проложены линии метрополитена, а также значительные по протяженности дренажные системы галерейного типа в основании склонов. Обоснование возможности использования подземного пространства в этой части города путем реконструкции отслуживших галерей для нового целевого использования этого пространства может базироваться на указанных благоприятных геологических условиях и значительной ценности территории.

Заклучение. Решение перечисленных задач даст возможность своевременно предотвращать возникновение и развитие опасных ситуаций, рационально решать вопросы дальнейшего использования территории и сохранения культурного и архитектурного наследия Киева, которое к настоящему времени многое уже потеряло [Анисимов, 2004; Машкевич, 2004].

Список литературы

- Анисимов А. Геростратов замысел. — Киев: Курчъ, 2004. — 256 с.
- Демчишин М. Г. Современная динамика склонов на территории Украины. — Киев: Наук. думка, 1992. — 252 с.
- Закон України «Про державні цільові програми». — № 1621-IV, 18.03.2004.
- Закон України «Про охорону культурної спадщини». — № 1805-III, 08.06.2000.
- Кутас В. В. Уровень сейсмической сотрясаемости территории Киева // Геофиз. журн. — 2000. — 22, № 3. — С. 3—8.
- Лялько В. І., Федоровский О. Д., Боев А. Г., Драновський В. Й., Книш В. В., Коротаев Г. К. Сіренко Л. А., Азімов О. Т., Бушуєв Є. І., Вульфсон Л. Д., Єфімов В. Б., Колодязний О. А., Костюченко Ю. В., Курекін О. О., Малиновський В. В., Мичак А. Г., Мойсеєнко К. Я., Перерва В. М., Пустовойтенко В. В., Радайкіна Л. М., Сахацький А. І., Суслін В. В., Ходоровський А. Я., Цимбал В. М., Якимчук В. Г., Волошин В. І., Гунченко В. О. Колоколов О. О., Котляр О. Л., Ліщенко Л. П., Рябоконеко О. Д., Теремко О. М., Харечко О. Г., Щепець М. С. Космос — Україні // Атлас тематично дешифрованих знімків території України з українсько-російського космічного апарата «Океан-О» та інших космічних апаратів. НАН України. — Київ: Національне космічне агентство України, 2001. — 106 с.
- Маслов Ю. А. Проблемы инженерной защиты территории центрального исторического ареала Киева для сохранения архитектурного наследия // Жилищное строительство. — 2010. — № 10. — С. 11—15.
- Машкевич С. Трамвайные копейки. — Киев: Курчъ, 2004. — 80 с.
- Межгосударственные строительные нормы. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. МСН 2.03-02-2002.
- Осипов В. И., Мегведев О. П. Город и геология. — Москва: Изд. Ин-та геоэкологии РАН, 1997. — 400 с.
- Постанова Кабінету Міністрів України № 106 від 31.01.2007 «Порядок розробки і виконання державних цільових програм».
- Прибсга Л. В. Охорона та реставрація об'єктів архітектурно-містобудівної спадщини України:

- методологічний аспект. — Київ: Мистецтво, 2009. — 304 с.
- Слепак З. М. Геофизика для города. — Москва: ЕАГО, 2007. — 240 с.
- Старостенко В. И., Баран П. И., Барщевский Н. Е., Горлицкий Б. А., Демчишин М. Г., Иванченко Е. П., Кендзера А. В., Коболев В. П., Кутас В. В., Левашов С. П., Лялько В. И. Нестеренко Г. Ф., Омельченко В. Д., Палиенко В. П., Рыбин В. Ф., Сергиенко Н. Т., Спица Р. А., Сушко В. К., Черноконь В. Я. Киев: геология и геофизика окружающей среды и факторы, неблагоприятно на нее влияющие // Геофиз. журн. — 2001. — 23, № 4. — С. 3—38.
- Старостенко В. И., Рыбин В. Ф., Джепо С. П., Звольский С. Т., Кендзера А. В., Кожан Е. А., Корчагин И. Н., Кулик В. В., Левашов С. П., Омельченко В. Д., Скальский А. С., Черный Г. И., Бонгаренко М. С., Ситникова В. А. Национальный заповедник «София Киевская»: геолого-геофизический мониторинг и его результаты // Геофиз. журн. — 2005. — 27. — № 3. — С. 335—368.
- Старостенко В. И., Рыбин В. Ф., Звольский С. Т., Корчагин И. Н., Левашов С. П., Черевко И. А., Черный Г. И., Куцыба В. А., Кетов А. Ю. Памятники Киево-Печерской лавры: геолого-геофизические наблюдения и использование их результатов для сохранения заповедника // Геофиз. журн. — 2006. — 26, № 6. — С. 3—28.
- Черноконь В. Я., Баран П. И., Кость Ф. В., Притула А. Я., Палиенко В. П., Барщевский М. Е., Островерх Г. Б., Демчишин М. Г., Рыбин В. Ф., Шехунова С. Б., Кендзера А. В., Омельченко В. Д., Сергієчко М. Г., Іванченко К. П., Шехтман Л. М., Гончарук С. П., Левашов С. П., Соковніна Н. Х. Науково-технічний звіт «Розробка проекту геодинамічної мережі м. Києва з метою спостереження і запобігання виникненню надзвичайних зсувонебезпечних ситуацій та деформаційних процесів на інженерних спорудах та висотних житлових будинках міста» Кн. 1. — Київ: Фонди ІГФ НАН України, 2000. — С. 28—31.
- Chabanyuk V. S., Dyshlyk A. P., Markov S. Y. Effective GIS management in environmental protection projects using GeoSolution Framework. // NATO Advanced Res. Workshop «Role of GIS in Lifting the Cloud off Chernobyl». — Yalta 2002.
- Demchyshyn M. G. Landslide hazards in the urban areas. // Proc. Intern. Symp. Eng. Geology and the Environment. IAEG/Athens/Greece, June. 1997. — P. 23—27.
- Levashov S. P., Yakymchuk N. A., Korchagin I. N., Prilukov V. V. Monitoring of engineering — geological conditions along area of the surface bedding underground // 70nd EAGE Conference and Technical Exhibition. Rome, Italy, June 2008. — P. 9—12.
- Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention // UNESCO World Heritage Centre. 08/01 January 2008. — Paragraphs 87—95.