

## **МЕСТО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В ИНЖЕНЕРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ**

ПАШКИН Е.М.

Профессор кафедры инженерной геологии Российского государственного геолого-разведочного университета (РГГРУ-МГРИ) им. Серго Орджоникидзе, д.г.-м.н., г. Москва

[empashkin@yandex.ru](mailto:empashkin@yandex.ru)

### **Аннотация**

В статье доказывается необходимость включения инженерно-геологической диагностики как неотъемлемой составляющей в процесс инженерной реставрации памятников архитектуры

### **Ключевые слова**

Памятник архитектуры; деформации; стабильность; инженерно-геологическая диагностика; инженерная реставрация; историческая природно-техническая система (ИПТС); система «памятник архитектуры - геологическая среда»; грунт основания

В настоящее время проблема сохранения и реставрации памятников отечественной архитектуры приобретает особую значимость в связи с огромной важностью сбережения культурного достояния России в целом. Однако сложность этой проблемы состоит в том числе в том, что архитектурное наследие за прошедшие столетия оказалось в весьма запущенном состоянии и, чтобы его сохранить, приходится решать широкий круг нетрадиционных для реставрации памятников задач, таких как: съем техногенных накоплений с устройством элементов эвакуации атмосферных осадков; устройство «дышащих» отмосток, лотков, дренажных сооружений, отсечной гидроизоляции с созданием проветриваемых каналов, гидрофобных покрытий; ликвидация вблизи памятников деревьев и кустарников; стабилизация грунтов оснований и склонов; укрепление фундаментов, стен и сводов с помощью инъекций укрепляющих растворов с одновременным армированием; подъем и выпрямление зданий-памятников и их элементов, при необходимости - их передвигка; устройство свайных фундаментов; использование подземного пространства под памятниками или на примыкающих территориях для утилитарного приспособления к их нуждам; обезвреживание материалов кладки от деградации под воздействием различных биодеструкторов и др.

Состояние большинства памятников архитектуры первоначально требует выполнения необходимых задач в рамках инженерной реставрации, и только после этого можно приступать к остальным реставрационным работам.

Комплексный подход к реставрации практически только обозначился в основном за счет использования инженерной реставрации, а в отношении необходимого учета влияния изменений поверхностной инфраструктуры и геологической среды на сохранность исторических территорий сделано пока очень мало.

За многовековую историю существования памятников архитектуры XX век подверг их особенно сильной проверке на устойчивость, создав условия, отличные от нормальных для работы несущих конструкций и грунтов оснований. Более того, эти условия значительно отличаются от тех, которые существовали во время возведения памятников. Период адаптации этих консервативных сооружений к меняющимся условиям занимает не один десяток лет, причем адаптация сопровождается развитием деформаций в их несущих конструкциях.

Динамичные и агрессивные изменения окружающей среды, в том числе геологической, в результате строительно-хозяйственной деятельности человека в последнее столетие представляют серьезную угрозу для устойчивости памятников архитектуры. В сфере взаимодействия с ними

геологическая среда, испытывая влияние естественных и техногенных факторов, обусловила возникновение негативных процессов, послуживших причинами потери общей устойчивости многих архитектурных памятников. Поэтому изучение причинно-следственных связей процессов их взаимодействия с геологической средой является достаточно ответственным делом по сохранению архитектурного наследия.

Необходимость широкого внедрения инженерной реставрации памятников обусловлена преобразованием структуры взаимодействия их несущих конструкций и оснований, отступление которой от нормы ведет к нарушению устойчивости систем в целом. Это важное положение определяет геологическую составляющую инженерной реставрации, что вызвано прежде всего: (1) нарушением сбалансированного состояния исторических территорий, изменившим гидрогеологические и инженерно-геологические условия; (2) изношенностью (деструкцией) кладки несущих конструкций памятников архитектуры и грунтов их оснований; (3) инициированием различных инженерно-геологических процессов эксплуатационным режимом существования исторических зданий и сооружений.

Специфика инженерной реставрации памятника архитектуры должна заключаться в восстановлении и поддержании его функционирования как подсистемы сложной природно-технической системы (ПТС) «памятник - геологическая среда», близкого к первоначальному. Поэтому восстановительные функции при реставрации памятника должны быть приданы не только несущим конструкциям (стенам, фундаментам, сводам, колоннам), но и грунтам основания, воспринимающим нагрузки от этих элементов, тем более что в последние десятилетия они наиболее активно подвергаются воздействию техногенных процессов, выветривания, а также экологических нарушений.

Для повышения результативности работ по сохранению архитектурного наследия необходим сбор специальной базовой информации, поскольку особенности российских памятников, суровость природно-климатических условий, сложившиеся подходы, традиции, специфические национальные особенности требуют проведения частичной переоценки реставрационного вида деятельности. Безусловно, обычно трудно преодолимые барьеры в информационном поле потребуют более полного ознакомления с темой, применения методов из смежных дисциплин, использования новых идей, повышения компетенции и смягчения амбициозных требований архитекторов, работающих в области сохранения архитектурного наследия. В этом отношении уместно напомнить слова известного архитектора-реставратора Е.В. Михайловского о том, что «реставрация представляет собой чрезвычайно сложный процесс, специфические особенности которого с трудом улавливаются и понимаются далеко не всеми, даже у самих реставраторов иногда отсутствует ясное представление как о целях и задачах реставрации, так и об особенностях ее методики в самом широком ее истолковании» [1].

Критической оценке должен быть подвергнут также ряд подходов и проектов реконструкционно-реставрационной направленности для возрождения памятников архитектуры отечественными специалистами, недооценивающими в ряде случаев природные и климатические условия России, существенно оказывающие негативное влияние на сохранность архитектурного наследия. При таком отношении могут быть упущены факторы, определяющие возможность развития причин, приводящих к деструкции несущих конструкций и развитию дефицита несущей способности оснований памятников. Весьма важно в этом отношении заметить, что в российских нормативных и методических документах [1, 2, 6] полностью отсутствуют оценочно-диагностические подходы к выявлению подобной причинной обусловленности проявлений негативных процессов.

Очень важно правильно определить последовательность действий для конкретных условий сохраняемых памятников, определить их целевое предназначение в новых условиях и установить приоритеты в этой области. Отсутствие подобных положений не способствует выработке продуманных программных действий в отношении сохранения архитектурного наследия. Естественно, возникает вопрос: «С чего начинать спасение памятников и как их приспособлять к современным условиям эксплуатации?».

Для разработки научно обоснованной методологии инженерной реставрации, учитывающей причинно-следственные связи, формирующиеся в системе «памятник - геологическая среда», значительный интерес представляет диагностика деформаций памятников архитектуры, позволяющая найти их признаки и причины. Под причинами в данном случае следует понимать различные обстоятельства, при которых наблюдается негативное воздействие внешних факторов, непосредственные условия для развития разрушающих процессов.

Как отмечалось в работе [7], возникновение определенных условий при наличии причин приводит к созданию дополнительных условий для развития процессов разрушения конструкций и ухудшения свойств грунтов оснований. Последовательная смена состояний конструкций и грунтов в системе обусловлена циклическим характером многих действующих факторов. Только при таком подходе можно объяснить причины, приводящие памятник к разрушению, и разработать эффективные мероприятия по предотвращению развития разрушающих процессов. При этом чем точнее будут выявлены эти причины, тем легче выбрать наиболее эффективные укрепительные и защитные мероприятия и оптимальный эксплуатационный режим для памятника.

При изучении причин деформаций памятников следует иметь в виду возможность использования двух подходов - конструктивного и инженерно-геологического. Первый предполагает исследование причин деформаций основных несущих конструкций памятников как результатов их взаимодействия с факторами внешней среды. Второй подход предусматривает изучение процессов и явлений, возникающих в грунтах оснований под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности человека. Поскольку элементы системы «памятник - геологическая среда», изменение состояния которых обуславливает развитие деформаций, тесно взаимосвязаны, оба указанных подхода не могут рассматриваться изолированно и должны дополнять друг друга.

В основу диагностики причин деформирования памятников архитектуры должны быть заложены методы, позволяющие выявить в рассмотренной системе условия сохранения и разрушения несущих конструкций. Эта задача решается с помощью анализа деформаций основных конструкций памятника с учетом влияния различных природных факторов и изменений инженерно-геологических условий. Взаимодействие природных факторов с материалами конструкций и грунтами оснований, определяющее состояние и изменение их свойств, весьма сложно и неоднозначно.

Существование памятника архитектуры протекает под воздействием факторов внешней среды. Взаимодействие их с основными несущими конструкциями приводит к формированию сложных причинных связей и явлений. Фиксирование этих явлений как результатов такого взаимодействия дает возможность судить о ходе дальнейшего развития наблюдаемых процессов и предупреждать его, если оно может нанести ущерб сохранению памятника.

Деформации памятника и их причины имеют определенную последовательность развития во времени, но знания этого часто бывает недостаточно, чтобы однозначно оценить причинную связь между явлениями. Для этого при диагностике причин деформаций необходимо избегать следующей логической ошибки: «После этого значит по причине этого».

Достаточно надежные результаты при диагностировании может дать метод сравнения аналогичных случаев воздействия внешних факторов на памятники архитектуры и взаимодействия их конструкций с геологической средой. Выявление при этом характерных отличий, регулирующих развитие процесса, позволит выйти на основную причину.

Приоритетным должно быть устранение первопричины разрушения памятника архитектуры, которое часто подменяется дорогостоящими исследованиями, реставрационными и инженерными работами по ликвидации лишь последствий ее воздействия. Однако проект без поиска и устранения причин деформаций обречен на неудачу. В России, к сожалению, подобная практика стала нормой. Начиная с XIX века и особенно в XX столетии реставрационные работы в основном были направлены на восстановление и поддержание первоначального внешнего вида фасадов, интерьеров и т.п. Подобный подход был заложен еще в указе Николая I в 1839 году («О доставлении сведений об остатках древних зданий в городах и о воспрещении разрушать оные»), который предписывал проводить ремонт древних зданий «лишь при условии сохранения в

неприкосновенности их первоначального облика». И лишь в принятой в 1964 году Венецианской хартии было определено, что помимо восстановления культурно-исторической роли и значения памятников архитектуры реставрация призвана также укреплять их конструкции. Это положение было усилено хартией «Руководящие принципы по изысканиям, консервации и инженерной реставрации памятников архитектуры», принятой в Виктория-Фолс в 2003 году. После утверждения этих принципов 14-й Генеральной ассамблеей Международного совета по сохранению памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС), когда была узаконена неременность комплексного подхода при проведении изысканий для консервации и инженерной реставрации зданий памятников архитектуры, у нас в стране должна была бы последовать адекватная реакция на это решение [3]. Однако этого пока не произошло.

Без ликвидации главных причин деградации памятника архитектуры как физической субстанции его аварийное состояние сохраняется и усиливается, а процесс реставрации становится непрерывным. Имеющийся опыт исследований состояния объектов архитектурного наследия позволяет утверждать, что подавляющее их количество после реставрации всё равно утрачивает свою сохранность по инженерно-геологическим причинам, не нашедшим отражения в принятых проектных решениях. И тому немало примеров: церковь Всех Святых на Кулишках, церковь Рождества в селе Поярково, трапезная Андроникова монастыря, городская усадьба Р. Воронцова на ул. Знаменке и многие другие.

Так, после реставрации церкви Всех Святых на Кулишках в 80-е годы прошлого столетия стали развиваться трещины в конструкциях ее северного и западного приделов на участке примыкания к колокольне, которые к 1995 году имели раскрытие до 7-12 мм. О том, что фундаменты в этой части памятника находились в неудовлетворительном состоянии, было отмечено в техническом заключении Мосгоргеотреста еще в 1978 году. Однако, несмотря на это, никаких работ по усилению оснований и фундаментов проведено не было. Позже при замене фундаментов, находившихся в аварийном состоянии, удалось выяснить, что раствор и блоки белого камня были подвергнуты выщелачиванию и оказались разрушенными, а в некоторых местах под подошвой фундамента были вскрыты захоронения, разложение которых существенно повлияло на развитие деформаций. Все это стало очевидными причинами развивавшихся деформаций, на что при реставрации не было обращено никакого внимания.

Другой пример, свидетельствующий о пренебрежительном отношении к инженерно-геологической диагностике, связан с развитием деформаций колокольни церкви Рождества в селе Поярково Московской области после проведения реставрационных работ. Было принято ошибочное решение по выведению колокольни из аварийного состояния из-за якобы развивавшихся осадок северо-западного пилона. Использование прикладок по периметру (2×2 м) фундамента увеличило более чем в два раза площадь и периметр подошвы. Но, поскольку причиной деформации пилона было проявление сил морозного пучения, принятые меры резко усилили проявления процесса пучения и привели к искривлению пилона и необходимости укреплять его большим количеством несвойственных для колоколен диагональных воздушных связей. То есть причина деформаций никоим образом не была устранена, а проведенные мероприятия лишь усугубили аварийное состояние колокольни (рис. 1).





**Рис. 1.** Деформированный северо-западный пилон церкви Рождества в селе Поярково Московской области

Таким образом, чрезвычайно важным является профессионально выверенное диагностирование причин дестабилизации памятников архитектуры. В ином случае причины их деформаций могут оказаться невыявленными, как это часто бывает при проведении инженерно-геологических изысканий по стандартной схеме. На практике это часто приводит к тому, что принимаемые решения направлены на борьбу со следствиями, а не причинами разрушающих явлений.

Осознавая важную роль правильной оценки «работоспособности» грунтов оснований, претерпевших за последние столетия эволюционные преобразования, и необходимость обеспечения на последующий период существования памятников их устойчивости, следует делать акцент прежде всего на анализе инженерно-геологических процессов, развивающихся в сфере взаимодействия этих объектов с геологической средой. Адекватные решения, принятые на основе такого анализа, позволят снизить негативное влияние этих процессов.

Особое внимание следует обращать на изменения инженерно-геологических условий исторических территорий, развитие процессов в грунтах оснований под воздействием строительной и хозяйственной деятельности человека и в целом на ряд геологических проблем, ранее не рассматривавшихся в методологии реставрационных работ. Необходимость рассмотрения этих проблем отчасти связана с весьма слабым уровнем подготовки инженеров-геологов в России, что приводит к довольно упрощенному представлению о самых несложных геологических процессах и явлениях. Этот пробел наблюдается и в смежных с инженерной геологией дисциплинах и специальностях. Не составляет исключения и такой род деятельности, как реставрация памятников архитектуры.

Публикуемая статья написана на основе опыта полувековой деятельности автора, связанной с изучением технических основ сохранения памятников архитектуры и осмыслением некоторых теоретических позиций инженерной реставрации. Необходимость инженерной реставрации связана с неизбежностью эволюционных преобразований в структуре исторических природно-технических систем (ИПТС), каковыми в первую очередь являются условия взаимодействия несущих конструкций памятников архитектуры и грунтов их оснований. На них в первую очередь сказывается преобразование структуры основания в результате деструкции деревянных свай и лежней, суффозии, морозного пучения, просадок грунтов и других процессов. За всю историю жизни памятников архитектуры эти разрушающие взаимодействия между основными подсистемами развивались в скрытой форме. Латентность этих взаимодействий послужила причиной того, что за время существования памятников их реставрация не затрагивала ни их фундаменты, ни тем более грунты их оснований. В связи с этим указанные элементы оказались слабыми звеньями в структуре ИПТС, работа с которым отличает инженерную реставрацию от архитектурной, связанной лишь с восстановлением внешнего и внутреннего образов надземной части здания. Важным для инженерной реставрации является учет влияния факторов окружающей природной среды и их изменений на сохранность грунтов основания и субстрата несущих конструкций и проведения инженерно-геологического диагностирования причин разрушения памятника архитектуры.

Отражение причинной зависимости событий, происходящих в ИПТС, раскрывается порой через состояние отдельных элементов памятников, предопределяющееся рядом условий. Так, колокольни храмовых построек отличаются тем, что из четырех пилонов со столбчатыми фундаментами восточная пара оказывается в поле влияния теплового воздействия трапезной, исключаящего промерзание фундаментов и склонных к морозному пучению грунтов основания. Северный пилон из западной пары из-за его затененности получает минимальную рассеянную солнечную радиацию и практически нулевую прямую радиацию, поэтому под ним имеются условия для максимального промерзания, вымораживания примыкающих грунтов и морозного пучения. Это явление хорошо просматривается по результатам деформаций северо-западных пилонов колоколен церкви Рождества в селе Поярково (см. рис. 1) и Воскресенского монастыря в городе Солигаличе (рис. 2). Эти условия определяют возможность неравномерных по времени и величине осадок западной пары пилонов, которые приводят к значительным деформациям северо-западных пилонов и крену колоколен в северо-западном направлении.





**Рис. 2.** Поднятый в результате морозного пучения северо-западный угол колокольни Воскресенского монастыря в г. Солигаличе



Сохранение памятников русской архитектуры сопряжено с необходимостью решения немалого числа проблем, связанных, в частности, с изменением гидрогеологических условий, активизацией деятельности микробиоты в грунтах оснований и материалах конструкций памятников, техногенными изменениями геологической среды в сфере взаимодействия памятников. Это создало предпосылки для медленного старения материала несущих конструкций и разрушения многих памятников архитектуры, что может нанести непоправимый ущерб национальному архитектурному наследию. Нарушение водного баланса в сфере взаимодействия памятника с геологической средой приводит к подтоплению, увеличению градиента грунтового потока, что связано с развитием суффозии, приводящей к разуплотнению грунтов основания, снижению их несущей способности, развитию других негативных инженерно-геологических процессов.

Длительное протекание в основаниях памятников негативных процессов оказывает влияние на развитие деформаций несущих конструкций в течение многих лет в такой степени, в какой оно часто не может быть воспринято исследователями одного поколения. Таким образом, к разрушающим памятники архитектуры процессам сформировалось неоднозначное отношение, что довело до состояния запущенности подсистему «геологическая среда».

Рассмотрение основных причин деформаций несущих конструкций памятников показало достаточную сложность познания внутренних свойств и состояния этих объектов во взаимодействии с геологической средой. Но эти внутренние свойства не существуют отдельно от *целого* - рассматриваемой системы «памятник - геологическая среда» и каждого из ее элементов. Поэтому представить себе свойства и состояние ПТС в целом трудно. Сохранившиеся исторические системы относятся к объектам с «перцептивными» структурами. К примеру, прочность кирпича в фундаменте или модуль деформации грунтов основания не могут по отдельности обосновать устойчивость памятника или объяснить причину деформации его несущей конструкции, поскольку и в кладке конструкций, и в основании происходит реализация «коллективных» свойств субстрата каждого элемента совместно с его структурой. Поэтому инженерно-геологическое диагностирование следует рассматривать как важнейшее звено между архитектурой памятников и процессами, воздействующими на изменение состояния геологической среды в сфере взаимодействия, для поиска адекватных решений, стабилизирующих структуру исторической ПТС «памятник - геологическая среда».

Сохранность архитектурных памятников может быть обеспечена системой управления или минимизацией источников риска деформаций за счет их защиты в том числе инженерно-геологическими методами. Венецианская хартия архитектурно-реставрационных принципов утвердила как важнейший из них предупреждение проявлений основных разрушающих факторов. Это фактически означает создание глубинных охранных зон в окружающей памятник геологической среде [5].

В соответствии с теорией опасности конечной целью исследования условий формирования геологического риска для сохранности памятников архитектуры является обоснование методов создания безопасных ситуаций, приемлемых и устойчивых для конкретной исторической территории на основе инженерно-геологического диагноза. Поскольку памятники архитектуры являются объектами опасности, формирующейся под влиянием изменений геолого-экологического равновесия в природе, в данной статье геологическая среда впервые рассмотрена как природно-техногенный и техногенный носитель опасности.

В настоящее время многие памятники архитектуры по уровню своей сохранности находятся в пограничном состоянии, иногда близком к стрессовому. К ним можно отнести церкви Ильи Пророка в г. Москве (XV в.), Рождества Богородицы в г. Ростове Великом (XVII в.), Рождества в селе Поярково Московской области, колокольню Воскресенского монастыря в г. Солигаличе (XVII в.). При этом следует отметить, что многие из них в последние годы были отреставрированы, но, к сожалению, без проведения инженерно-геологической диагностики.

Естественно, новая задача по обеспечению сохранности памятников архитектуры уже не может быть решена только на базе существующих методических основ реставрации, фактически не затрагивающих вопросы инженерно-геологической диагностики причин деформирования.



Поскольку увеличивается масштаб привлечения информации о связи функционирования основных конструкций памятников архитектуры со свойствами и состоянием геологической среды в сфере взаимодействия, решение рассматриваемой проблемы уже не может обойтись без исследования причинно-следственных связей. Последнее приобретает особую важность, поскольку способствует выявлению причин и факторов, разрушающих памятники архитектуры, и тем самым помогает более надежно и грамотно принимать решения по их сохранению методами инженерной реставрации.

Трудность решения этих вопросов заключается в разнообразии действующих факторов и сложности интерпретации инженерно-геологических условий, в которых оказались многие памятники архитектуры, а также в отсутствии профессиональной подготовленности у реставраторов для принятия правильных решений. Следствием этого является игнорирование результатов инженерно-геологических исследований и принятие решений, не учитывающих взаимодействия несущих конструкций памятника с факторами окружающей природной среды. Так, например, получилось с укреплением в 90-е годы прошлого столетия северного склона Воскресенского Новоиерусалимского монастыря (рис. 3), когда конструкции для укрепления склона, будучи изначально несостоятельными, вместо стабилизации привели его в потенциально неустойчивое состояние (и через 15 лет от этого бессмысленного решения пришлось отказаться).



**Рис. 3.** Попытка укрепления оползневого склона Воскресенского Ново-иерусалимского монастыря

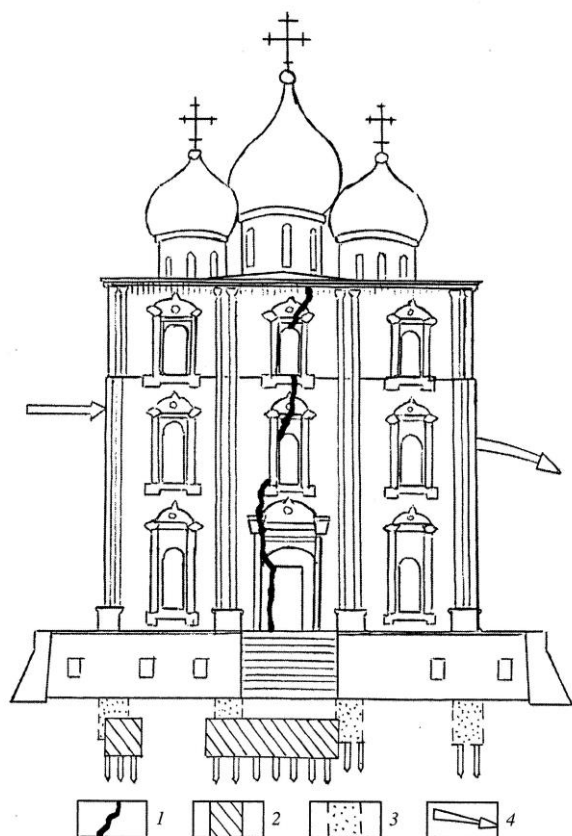
Таким образом, инженерную реставрацию памятников архитектуры следует рассматривать как «лечение», предусматривающее на начальном этапе правильную диагностику «заболевания», определение степени аварийного состояния памятника и выбор решений по его стабилизации с сохранением правильного функционального взаимодействия конструктивных, инженерно-геологических и архитектурных элементов.

Задачи инженерной реставрации заключаются в сохранении общей структуры памятников архитектуры как элементов природно-технической системы «памятник - геологическая среда» и выполнении всех необходимых инженерных работ по обеспечению дальнейшего сохранения элементов этой системы. Для установления характера взаимодействия подсистем «памятник архитектуры» и «геологическая среда» требуется проведение целенаправленных и тщательных инженерно-геологических исследований состояния грунтов в сфере их взаимодействия с фундаментами с выявлением продуктов их длительного взаимодействия, обследованием сохранности фундаментов, оценкой развития деформаций стен и сводов.

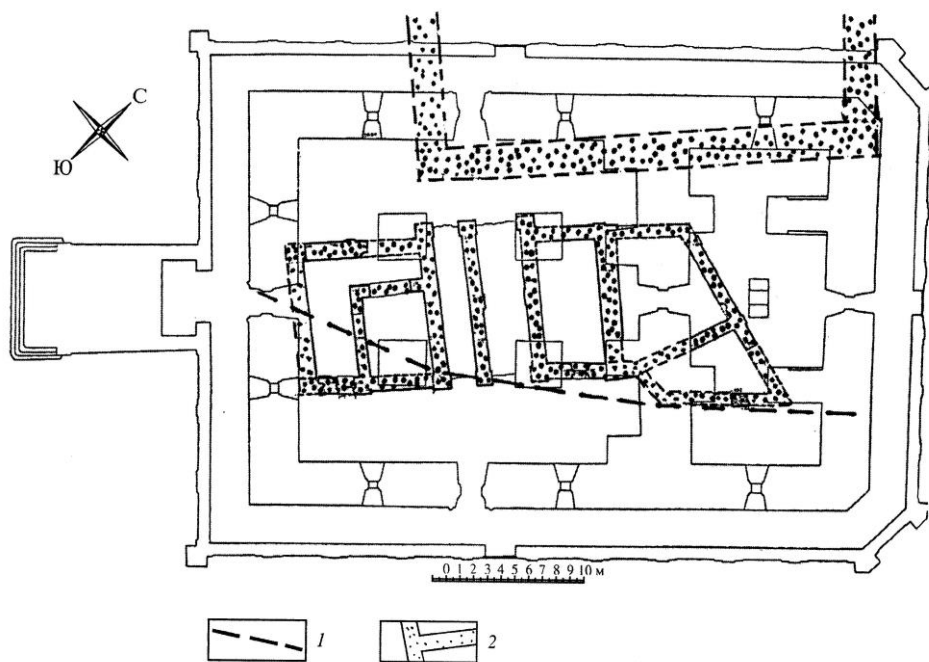
Современный этап состояния рассматриваемых вопросов можно охарактеризовать как этап перехода от накопленных в последние годы фактов к теоретическим обобщениям и выводам. Особое значение при этом приобретает сбор сведений о характере проявления деформаций памятников архитектуры в прошлом в условиях воздействия различных факторов для конкретных инженерно-геологических условий. Подобный ретроспективный подход является наиболее продуктивным, так как определяет суть инженерно-геологической диагностики. Поскольку архитекторы-реставраторы не подготовлены к постановке и решению подобных задач, к этому должны привлекаться инженеры-геологи, специализирующиеся в рассматриваемой области.

За последнюю четверть века в России отработаны основные требования к диагностированию состояния памятников архитектуры. Они включают в том числе сбор и анализ ретроспективной историко-архитектурной и инженерно-геологической информации по территории памятника. Практика последних лет показывает, что диагностирование должно быть направлено на выявление изменений в сфере взаимодействия, изучение дефектов, возникших за период существования памятника, на отражение результатов взаимодействий в рамках их причинной зависимости. Таким образом, инженерные исследования объектов архитектурного наследия становятся изысканиями нового типа, поскольку имеют специфические цели и задачи. В центр внимания становится не оценка территорий для нового строительства, а изучение состояния целостной исторической природно-технической системы, прожившей несколько жизненных циклов, отводимых современным инженерным сооружениям. В рамках целевой ориентации инженерно-геологической диагностики причин деформаций памятников архитектуры подобный подход требует расширения круга приложений инженерной геологии и в первую очередь изучения структуры взаимодействий элементов ИПТС.

Так, в ряде случаев возникает необходимость в оценке сохранности более древних элементов, их функций в структуре позже построенных частей памятников и их оснований. Эти фрагменты позволяют раскрыть историю возникновения и развития деформаций в историческом здании, вскрыть возможные причины его преждевременного разрушения, то есть создать своеобразную «историю болезни» объекта культурного наследия. В качестве примера можно привести историю нанесения ущерба Успенскому собору Рязанского кремля в начале XVIII века вскоре после завершения его строительства. После того как двумя сильнейшими ураганами были снесены барабаны и образовалась огромная трещина, разделившая здание собора на две части (рис. 4), он оказался в аварийном состоянии. Объяснение появления трещины в то время и в последующие годы связывали со слабыми и неоднородными грунтами в основании, что не подтвердилось материалами изысканий последних лет. Однако при анализе не обращалось внимание на два важных обстоятельства. Первое: северная и центральная части собора были построены Я. Бухвостовым на месте разобранных строений старого Успенского собора и бывшей Зеленой палаты (рис. 5), фундаменты и сваи которых сохранились с XVII века [8]. Поскольку площадь нового собора была больше, то грунты основания его южной части, которые до строительства не испытывали никакого уплотнения, пришлось включать в работу под нагрузкой 0,5 МПа. Это уже в первые годы после строительства привело к десинхронизации осадок собора между участками с сохранившимися фундаментами старых построек и с фундаментами за их пределами. Разница осадок обусловила образование крупной трещины, расколовшей собор на два архитектурно-тектонических блока, поведение которых впоследствии оказалось под воздействием уже других факторов.



**Рис. 4.** Трещина на западной стене Успенского собора в Рязанском кремле: 1 - трещина; 2 - фундаменты разобранных построек; 3 - фундаменты Успенского собора; 4 - направление перемещения южной стены собора



**Рис. 5.** План Успенского собора Рязанского кремля с положением сохранившихся фундаментов ранее разобранных построек: 1 - линия, разделившая собор на два архитектурно-тектонических блока; 2 - сохранившиеся фундаменты и сваи разобранных построек



Второе обстоятельство было связано с ураганами, воздействие которых оказалось весьма значительным из-за большой парусности собора. В результате воздействия ветровой нагрузки грунты южной части здания испытали дополнительную кратковременную нагрузку, значительно превышавшую допустимую, что привело к перемещению его юго-западного угла на 0,1 м [4].

Приведенный пример свидетельствует о ценности ретроспективной информации, отражающей сущность сложившихся в течение столетий взаимоотношений элементов ИПТС, которая не всегда может быть получена при традиционных инженерно-геологических изысканиях.

В связи с этим представляется необходимым включение обязательных инженерно-геологических исследований сферы взаимодействия памятника архитектуры с геологической средой в процесс его реставрации. По непонятным причинам они были исключены из Перечня видов работ по сохранению памятников истории и культуры, разработанного Министерством культуры в 2012 году. Сохранить памятник архитектуры без диагностического обследования, которое является составной частью инженерных изысканий, невозможно. Поэтому чрезвычайно важным становится профессионально выверенное диагностирование причин дестабилизации памятников, поскольку в ином случае причины их деформаций могут оказаться невыясненными. Подчеркнем еще раз, что на практике это часто приводит к тому, что принимаемые решения направляются на борьбу со следствием, а не с причиной дестабилизирующих явлений.

Осознавая важную роль правильной оценки «работоспособности» грунтов оснований, претерпевших за последние столетия эволюционные преобразования, и необходимость обеспечения устойчивости памятников в последующий период их существования, необходимо прежде всего делать акцент на анализе инженерно-геологических процессов, действующих в сфере взаимодействия памятников.

Одна из страниц хроники прикладной инженерной геологии последних десятилетий ознаменовалась формированием и развитием инженерно-геологических исследований на исторических территориях и одной из важнейших их составляющих - инженерно-геологического диагностирования причин деформаций памятников архитектуры. Появление этого нового направления исследований связано с необходимостью становления нетрадиционных методов получения и анализа информации, ретроспективной оценки состояния памятников архитектуры во взаимодействии с окружающей природной средой. Основа данных исследований - диагностика причин деформаций в исторической системе «памятник - геологическая среда» как раздел инженерной геологии, устанавливающий и изучающий признаки, характеризующие состояние этой системы для предсказания возможных отклонений и предотвращения нарушений нормального режима ее функционирования. Конечной целью должна стать разработка на этой основе системы мер (а не прогноза, как это, к сожалению, практикуется), направленных на поддержание устойчивости системы техническими средствами.

Важнейшим в процессе реставрации памятников архитектуры является этап осуществления натурных исследований с целью получения надежной оценки технического состояния и эксплуатационных качеств несущих элементов памятника, то есть проведение диагностических наблюдений за повреждениями памятников, снижением несущей способности грунтов и их деструкцией.

Диагностика повреждений памятников архитектуры требует достаточно полных и комплексных знаний по оценке и анализу технического состояния конструкций с учетом реальных условий их совместной работы с основанием. При проведении этих исследований должны учитываться свойства материалов во взаимодействии с агрессивной капиллярной и атмосферной влагой и знакопеременными температурами, условия совместной работы конструкций при возникновении деформаций грунтов основания в результате внешних механических и физико-химических воздействий и эксплуатации здания.

На основе сказанного выше диагностику деформаций памятников архитектуры можно определить как научную отрасль, изучающую и определяющую признаки деструкции элементов реальных природно-технических систем «памятник - геологическая среда». По материалам диагностики составляется заключение о причинах и характере деструкций и деформаций

элементов исторической природно-технической системы и разрабатываются адекватные способы инженерной реставрации.

Предполагается развитие и совершенствование диагностики в связи с развитием общей методики инженерной реставрации памятников архитектуры и вовлечением в практику реставрационных работ ряда смежных дисциплин - биохимии, микробиологии, гидрогеологии, инженерной геологии, геотехники, материаловедения и других дисциплин.

Диагностика как отрасль знаний о причинах деформаций памятников включает три раздела: (1) изучение и сбор информации о признаках деформаций несущих конструкций памятников, исследование их атрибутивности; (2) паспортизация признаков деформаций на основе выявленных и атрибутивных причинно-следственных связей; (3) оценка полученной информации при обследовании системы «памятник - геологическая среда» и постановка «диагноза».

Внедрение в практику реставрационных работ комплексных методов диагностики позволит проводить целенаправленное обследование технического состояния несущих конструкций памятников архитектуры и изучение обстоятельств, снижающих несущую способность оснований, избегать ошибок при проектировании реставрационных работ, контролировать состояние этих объектов в процессе их реставрации и эксплуатации и оперативно принимать меры по устранению негативных процессов.

Конечной целью диагностики является составление обоснованного заключения о техническом состоянии отдельных конструкций, фундаментов, грунтов основания или всего памятника в целом как исторической природно-технической системы, о его эксплуатационной пригодности и выборе методов и средств выведения системы «памятник - геологическая среда» из сложившегося состояния. При этом важным остается принцип выбора адекватных методов и технических решений по стабилизации исторической природно-технической системы. Этот принцип послужит важным связующим звеном между диагностированием состояния реальной ИПТС и инженерной реставрацией памятника, нацеленной на его сохранность в будущем при обязательном сохранении его первоначального образа.

#### **Список литературы**

1. Методика реставрации памятников архитектуры / под ред. Е.В. Михайловского. М.: Стройиздат, 1977.
2. Методика реставрации памятников архитектуры / под ред. М.В. Фехнера. М.: Изд-во Академии строительства и архитектуры СССР, 1961.
3. *Никифоров А.А.* Международные нормативные документы для диагностики состояния (инженерных изысканий) памятников истории и культуры // Инженерные изыскания. 2013. № 3. С. 8-11.
4. *Пашкин Е.М.* Изучение отражения взаимодействий элементов исторических систем при диагностике деформаций памятников архитектуры // Геоэкология. 2010. № 4. С. 371-377.
5. *Пашкин Е.М.* Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. М.: Высшая школа, 1998.
6. *Подъяпольский С.С.* и др. Реставрация памятников архитектуры. М.: Стройиздат, 1988.
7. *Попов Г.Т., Бурак Л.Я.* Техническая экспертиза жилых зданий старой застройки. Л.: Стройиздат, 1986.
8. *Хворостова Е.Л.* Палаты с проходом и проездом в подклете Успенского собора Рязанского кремля // Реставрация и исследования памятников культуры. М.: Стройиздат. 2001. Вып. 4. С. 75-84.

**Выходные данные:** Журнал «Инженерные изыскания», №7/2013, С. 44-51