

УДК 624.131.543

Кропоткин М.П. (НИУ МГСУ), Фоменко И.К.,
Шубина Д.Д., Горобцов Д.Н., Невечера В.В.
(МГРИ-РГГРУ)

ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ, КАК УГРОЗА ДЛЯ ХРАМОВ МОСКВЫ

*В Московском регионе развиты блоковые оползни, значительные по площади и с большой глубиной захвата, смещение которых связано с верхнеюрскими глинами. Оползни характеризуются преимущественно регрессивным (вглубь склона) характером развития и длительными (сотни лет) периодами медленных (1–30 см/год) деформаций, сменяющихся периодами их активизации со смещениями в несколько метров и более. Активизация этих оползней угрожает многим сооружениям, в т.ч. ряду древних храмов, некоторые из которых признаны объектами культурного наследия ЮНЕСКО. **Ключевые слова:** Москва, оползни, памятники культурного наследия, динамика смещений, расчеты устойчивости.*

Kropotkin M.P. (SRU MSUCE), Fomenko I.K., Shubina D.D.,
Gorobcov D.N., Nevecherya V.V. (MGRI-RGGRU)

LANDSLIDE PROCESSES AS A THREAT TO MOSCOW CHURCHES

*In Moscow region block landslides are characterized by significant area and large capture depth. Their displacement is associated with Upper Jurassic clays. Landslides can be described mainly by regressive nature of development and long (hundreds of years) periods of slow (1 – 30 cm / year) deformations, followed by periods of their activation with displacements of several meters or more. The activation of these landslides threatens many structures, such as ancient temples, some of which are recognized as UNESCO World Heritage Sites. **Keywords:** Moscow, landslides, cultural heritage sites, displacement dynamics, stability calculations.*

Введение

Русские храмы традиционно строились на высоких местах с хорошей панорамой окружающей местности. Неудивительно, что в Москве ряд крупных храмов был построен вблизи бровки высоких склонов, многие из которых являются оползневыми. Но такое размещение закономерно влечет за собой и повышенную угрозу в случае активизации оползневых процессов. В истории храмов Москвы подобные разрушения фиксировались уже давно. Так, в Филях на обширном холме-останце между двумя оврагами

расположено Кунцевское городище, в прошлом в среде местных жителей — Городок. По записи 1649 г. на нем была церковь Покрова Богородицы, которая потом бесследно исчезла. По преданиям, записанным И. Забелиным, она целиком ушла под землю (очевидно, в результате оползня).

С научной, геологической точки зрения оползни Московского региона впервые были исследованы на участке Воробьевых гор А.В. Павловым (1869–1947 гг.) в 1908 г. в связи с произошедшими деформациями склона близ восточного края с. Воробьевка в районе нынешней Смотровой площадки. Тогда, по данным М.В. Чуринова, произошел оползень на участке напротив водонапорного резервуара, захвативший участок склона на протяжении около 250 м и разрушивший строения яхт-клуба. Позднее, в 1920-х годах, на Воробьевых горах были выполнены первые изыскания, связанные с проектированием и началом строительства Международного Красного стадиона (1920–1925), в 1930-х годах выполнялись изыскания, включавшие уже достаточно глубокое бурение, для проектирования «гидроаккумуляторной» электростанции, мостового перехода, набережных и сходов. Другие крупные оползневые участки г. Москвы: Фили, Коломенское, Хорошево и другие начали изучаться с 1960-х годов и позднее с участием специалистов-оползневиков Б.М. Даньшина, М.В. Чуринова, И.С. Рогозина, Ф.В. Котлова, В.В. Кюнтцеля, К.А. Гулакяна, Е.П. Емельяновой, М.Н. Парецкой, Г.П. Постоева, С.Д. Пигариной и др. Имелись весьма различные взгляды на возраст этих оползней, их механизм, основные факторы их активизации, базис оползания, что во многом обуславливалось недостаточной изученностью оползневых склонов в тот период, а также отсутствием достаточно совершенных методов расчетов устойчивости.

На сегодняшний день в г. Москва глубокие блоковые оползни выявлены в долине р. Москва на 12 участках (Щукино, Серебряный бор, Хорошево-1, Фили-Кунцево, Нижние Мневники, Хорошево-2, Поклонная гора, Воробьевы горы, Коломенское, Москворечье, Чагино, Капотня) и в долине р. Сходня на 3-х участках (Сходня, Тушино, Куркино) (рис. 1). Склоны, пораженные глубокими оползнями, во многих случаях имеют своеобразный рельеф: в верхней части — это высокий крутой откос (надоползневый уступ), в средней и нижней частях — терраса с бугристо-грядовым рельефом. Протяженность оползневых участков различна от 0,5 до 3,0–3,5 км, ширина (длина по оси движения оползня) достигает 100–380 м, форма в плане — фронтальная, реже — циркуобразная. Объемы отдельных оползневых блоков достигают нескольких сотен тыс. м³, а оползневого тела единич-

ного цирка — до 5–7 млн м³. Оползни характеризуются преимущественно регрессивным (вглубь склона) характером развития и весьма длительными (десятки и сотни лет) периодами медленных (1–30 см/год) деформаций, сменяющихся короткими периодами их активизации с величинами смещения в несколько метров и более.

Основной причиной возникновения этих оползней являлся подмыв высокого берега Москвой-рекой. С 1770-х годов на Москве-реке было зафиксировано 6 паводков с высотой подъема уровня 7,5–8,8 м, т.е. до зарегулирования уровня они происходили каждые 20–30 лет. С 1937 г. река зарегулирована гидротехническими сооружениями. Однако и в 1955–1960 гг. весенний подъем уровня в р. Москва составлял 2–2,5 м, это вызывало отступление бровки берегового уступа со скоростью до 0,3–0,5 м/год.

В 1965 г. была опубликована статья В. В. Кюнтцеля [4], в которой аргументировалось два основных положения:

— подавляющее большинство так называемых «древних» оползней (крупных оползневых блоков), визуальнo наблюдаемых на склонах, образовались в течение последних 2000–3000 лет;

— продолжительность полного оползневого цикла у этих оползней, рассчитанная на примере Ленинских (Воробьевых) гор, составляет 300–350 лет.

Интерпретация данных, полученных в последующие годы, позволяет уточнить эти представления:

— общая продолжительность современного периода образования крупных блоковых оползней, связанных с деформацией верхнеюрских грунтов, даже на участках с наибольшей длительностью процесса оползнеобразования, охватывает, видимо, лишь вторую

половину голоцена, а распространение оползней ограничено современным оползневым склоном и нынешней акваторией Москвы-реки;

— смещения наиболее близких к реке блоков (из видимых на поверхности), по крайней мере для вышеупомянутых участков, происходили не 2000–3000, а как минимум 4000 лет назад;

— средняя продолжительность полного оползневого цикла примерно в 3 раза больше, чем предполагалось ранее, т.е. составляет около 800 лет, при этом интервалы между образованием новых блоков в начале указанного выше периода могли быть 1000–1500 лет, сокращаясь к нашему времени до 500–700 лет;

— суммарное число крупных оползневых блоков, видимых на поверхности и погребенных под аллювием, у этих оползней не превышает 7–8, чаще же их 3–6.

Крупные оползневые блоки впоследствии часто подвергаются «расседанию» с формированием «подсевших» (со сравнительно малой амплитудой смещения) узких серповидных блоков, осложняющих общее крупноблоковое строение оползневого массива [3].

В Московской агломерации активизация этих оползней угрожает древним храмам

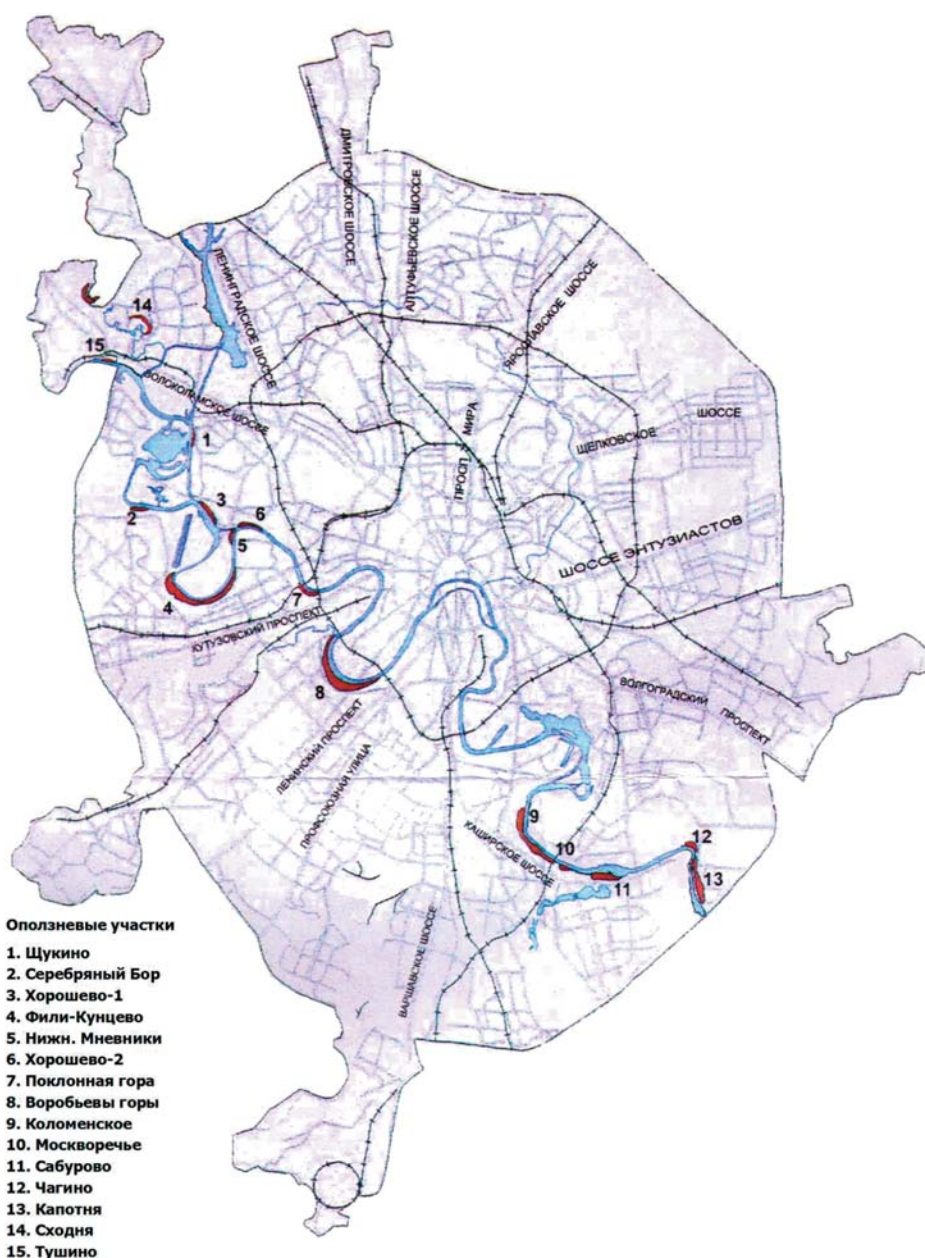


Рис. 1. Участки развития глубоких блоковых оползней в Москве [10]



Рис. 2. Церковь Усекновения Главы Иоанна Предтечи в Коломенском (построена во 2-й половине XVI в.)

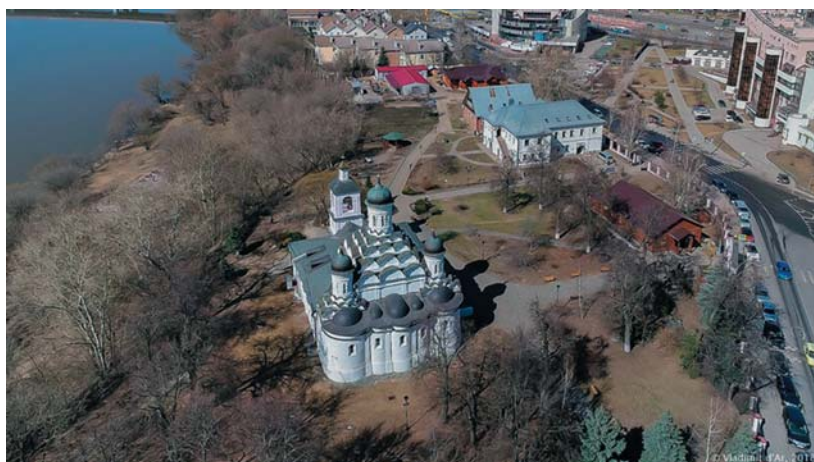


Рис. 3. Свято-Троицкий храм в Хорошеве

(в т.ч. находящимся в списках объектов культурного наследия ЮНЕСКО) (рис. 2–3). Далее подробно рассмотрена ситуация на оползнеопасном склоне Карамышевской набережной, где размещается храм Троицы Живоначальной.

Механизм развития и оценка активности оползней Москвы

Историю развития склонов в Москве, пораженных блоковыми оползнями, можно представить следующим образом. Под влиянием подмыва берегового уступа рекой при его достаточной высоте (не менее 17–25 м над уровнем реки в межень) и наличии верхнеюрских глинистых грунтов в основании уступа, формируются первичные оползни сдвига-срезания с поверхностью смещения, близкой к круглоцилиндрической. Постепенный размыв «языковой» части этих оползневых тел обуславливает медленное продолжение «постосновного» смещения этих тел с сопутствующим опусканием их головной части, что вызывает изменения напряженного состояния в прилегающей части еще ненарушенного массива. При определенном

положении запрокинутой поверхности головной части, изменения напряжений оказываются достаточными для нарушения равновесия прилегающего массива склона, который, в свою очередь, также отчленяется за счет сдвига-срезания по поверхности, близкой к круглоцилиндрической в нисходящей части. В остальной части эта зона смещения развивается уже по зоне сдвига первоначального блока. Далее процесс происходит циклически, преимущественно развиваясь в сторону «плато», хотя имеют место и оползневые смещения в толще уже отчлененных блоков в их передней (более близкой к базису оползания) части.

Наибольшее количество блоков и максимальная длина (по направлению смещения) оползневой массы достигается на наиболее высоких склонах. Горизонтальные смещения оползневой массы при этом сравнительно малы, преобладают субвращательные движения с сопутствующим размывом не столько лобовой, сколько верхней, преимущественно песчаной части «языковых» блоков. Изменения напряженного состояния, приводящие к нарушению устойчивости последующих блоков, возникают вследствие разгрузки горизонтальных напряжений как из-за вышеуказанных малых горизонтальных смещений, так и вследствие опускания головных частей предыдущих блоков, уменьшающего вертикальные напряжения на поверхности смещения на этих участках.

На качественном уровне влияние малых горизонтальных смещений на напряжения в массиве можно проиллюстрировать следующим примером. Максимальная величина выпора дна котлована глубиной 15–20 м в средних грунтовых условиях не превышает 20 см, т.е. составляет 1–1,3 % от мощности вынимаемого грунта. Хотя реально грунт из котлована вынимается полностью, фактически для достижения того же результата достаточно его «приподнять» (т.е. переместить вверх) всего на 20 см, что обеспечит **полную** разгрузку напряжений (естественно, исключив при этом «виртуальный подъем» передачу боковых напряжений). Таким образом, для последовательного формирования 5 крупных оползневых блоков было достаточно суммарного горизонтального смещения 1–2 м, фактически эта величина все же в несколько раз больше, так как блоки при «отползании» не теряют контакта с остальным массивом и продолжают передавать достаточно большие напряжения на него.

Таким образом, создавались условия для возобновления деформаций ползучести в оползневом массиве. По достижению их критических величин склон приобретал предельное состояние по устойчивости.

Весьма вероятно, что катализатором основного смещения с образованием новых блоков были экстремальные паводки на реках, которые вели к росту порового давления в зоне смещения, особенно на участке затопленного «языка» оползня. Быстрый спад паводка опережал диссипацию порового давления в глинистых грунтах и, кроме того, приводил к резкому росту гидравлических градиентов в языковой части массива, что увеличивало так называемое гидродинамическое давление. Когда влияние разгрузки прибровочной части массива вследствие незначительного смещения («отползания») языковой части оползневого тела не может распространиться далеко вглубь массива за бровку, это приводит к формированию лишь узкого субблока. Это, видимо, является одной из причин того, что реальная поверхность смещения в этом случае развивается в массиве вблизи бровки, а не в его глубине.

Применительно к оползневым участкам Москвы надо отметить дополнительное негативное техногенное воздействие на устойчивость в результате проведения дноуглубительных работ в русле Москвы-реки. Кроме того, в 1980 и 1981 гг. были проведены промывки русла реки, которые могли привести к эффекту, аналогичному донному размыву русла реки.

Скорости смещения массивов на оползневых участках г. Москва сейчас не выше, чем в 1960–1970-х годах, но на ряде участков (Карамышевская набережная, Серебряный бор, Воробьевы горы и др.) в последние 10–15 лет появились поверхностные проявления в виде отдельных трещин разрыва, что может говорить о возможном переходе процесса в другую стадию.

Данные режимных наблюдений за поверхностными реперами и инклинометрических наблюдений также показывают заметное различие деформаций:

— в Коломенском на участке Чертановских коллекторов и на участке Хорошево-1 наблюдается перемещение оползневых блоков по уже существующей зоне смещения;

— на Воробьевых горах пока преобладает перекашивание и формоизменение массива.

Свято-Троицкий храм в Хорошеве

Более четырех столетий стоит на высоком берегу Москвы-реки удивительный белокаменный храм в честь Святой Троицы — одна из жемчужин русской архитектуры XVI в (рис. 3). Его строительство предположительно началось в 1596–1597 гг. и было завершено в год восшествия на престол Бориса Федоровича Годунова.

О возведении храма Пискаревский летописец сообщает следующее: «Во дни благочестиваго царя и великого князя Феодора Ивановича всеа Русии ...по челобитью боярина Бориса Федоровича Годунова зделан храм каменной в селе его в Хорошеве» [7].

Упоминания об оползневых процессах в районе Свято-Троицкого храма в Хорошеве появляются, начиная с XVIII в. В 1771 г. в непосредственной близости от храма произошел «обвал берега Москва реки».

В 1877 г. беспокойство прихожан вызвала новая угроза обрушения берега Москвы-реки вблизи храма. Согласно красноречивой «экстреннейшей» докладной записке Московского уездного исправника от 18 октября 1877 г., село Хорошево «подвергается неминуемой и скорой опасности обрушиться и свалиться в реку; особенная же и скорая опасность грозит церкви и дому, занимаемому волостным правлением. Еще в начале октября месяца в береговой к Москве реке земле образовалось несколько трещин, верхняя из них на горе, имеющая теперь в длину более 100 сажений, начинается с середины церковной ограды, идет близ самой ограды, сзади дома волостного правления, затем поперек двора и сада купчихи Егоровой (два звена забора уже обрушились). За садом же Егоровой верхняя трещина, спускаясь под гору, соединяется с другою подгорною расщелиною, которая имея начало там же противу церкви, идет прямою линией вдоль всей горы на пространстве полуверсты и оканчивается в конце сельских построек, где начинается отлогий берег реки. Громадная масса земли, очерченная верхнею расщелиною, соединяется с другою трещиной, быстро стала оседать вниз и исчезая безследно, как будто заваливая собой невидимую подземную пустоту. От церкви до края обвала остается не более 5 саж. На улице же села Хорошова, ближе к Конюшенной слободе, между правой и левой сторонами строений, стали пробивать водяные ключи с нынешнего лета, чего прежде не было; а это, если не будет принято скорейших мер, ускорит гибель строений левой стороны села Хорошова» [13].

В год празднования 300-летия династии Романовых, в ходатайстве, датированном февралем 1913 г., община храма снова вернулась к вопросу об укреплении берега Москвы-реки.

«Наша историческая святыня — Троицкая церковь стоит на высоком (около тридцати сажений высотой) берегу реки Москвы, каковой берег постепенно оползает и для церкви грозит неизбежным падением так, что церковь, отстоявшая ранее не менее как в 20–30 сажennem расстоянии от берега, ныне находится в 3–5 сажennem расстоянии от крутого берегового обрыва и, уже, видимо, покривилась.

Лет тридцать тому назад произошел оползень берега и дал трещину в стене церкви. Достаточно еще одного незначительного оползня и церковь неизбежно упадет. Меры к устранению неизбежного падения церкви, принимаемая прихожанами и настоятелем церкви, в виде древесных насаждений, плетней и т.п. не приносят благих результатов потому, что все это осыпается и уничтожается при весенних половодьях. Более же капитальных мер приход наш, по своей бедности, принять не в силах и со страхом и сокрушенным сердцем, каждую весну, ожидает разрушения дорогой нам святыни».

Профессор Московского института путей сообщения А.В. Павлов, приглашенный для консультации, установил, что угроза храму весьма велика, поэтому необходимо или укреплять берег, или переносить храм на безопасное место [1].



Рис. 4. Стенка срыва оползневой субблока и самая широкая часть сползшей прибровочной части на территории Храма Живоначальной Троицы (12.10.06 г.) [5], оползневой участок Хорошево-1

Регулярные визуальные наблюдения здесь начали проводиться с 1975 г. и продолжают по сей день. До 2006 г. фиксировались незначительные оплывины, размеры которых составляли 1–2 м вдоль бровки склона. В 300 м ниже по течению реки от церкви Троицы Живоначальной в период с 1977 по 1984 г. велись высокоточные геодезические наблюдения. Наибольшие значения величин смещений реперов (86–91 мм) отмечались у реки и уменьшались вглубь склона. Ближе к верхней части склона они составляли 45–46 мм. При этом заметные признаки глубоких деформаций отсутствовали [8, 9].

При этом в августе 2006 г. произошло новое оползневое смещение. Инструментальными наблюдениями за ходом развития процесса установлено, что продолжительность первых двух фаз (разрушения коренных пород и нарастания скорости смещений) составила 8 месяцев. Максимальные зафиксированные скорости смещения — 35 мм/сут.

Протяженность стенки срыва вдоль бровки склона составила 300 м, высота — 0,5–1,0 м, впоследствии она достигла 3 м. Стенка срыва расположена в 5 м от одного из коттеджей и в 15 м от церкви, что создало угрозу их сохранности (рис. 4).

В октябре 2006 г. здесь была развернута наблюдательная сеть, состоящая из грунтовых деформационных реперов и деформационных марок (более 50 знаков), позднее пробурены и оборудованы под наблюдения скважины (инклинометрические, тензометрические и др.), также на несущих конструкциях коттеджей и церкви разместили наклономеры. Наблюдения по грунтовым реперам велись с частотой два раза в неделю, а с мая 2007 г. — раз в две недели.

Инструментальные наблюдения показали, что плановые смещения оползневой террасы больше, чем отколовшегося блока. По центральному створу репер, расположенный в нижней части склона, сместился на 84 мм, тогда как реперы, установленные на отколовшемся блоке, переместились на 57–68 мм. Кроме того, трещина, отделяющая блок от деляпсия, за год раскрылась на 0,7–1,1 м [11].

Активизация оползневой процесса совпала со строительством Живописного моста, а именно с забивкой свай для временных опор в юго-западной части Хорошевского спрямления. В конце 2007 г. скорости смещений снизились до 2 мм в месяц, но сразу после открытия движения транспорта по мосту 7 января 2008 г. возросли в 4 раза, достигнув 2 мм в неделю [11]. Таким образом, одной из причин активизации оползневой процесса могут быть техногенные воздействия.

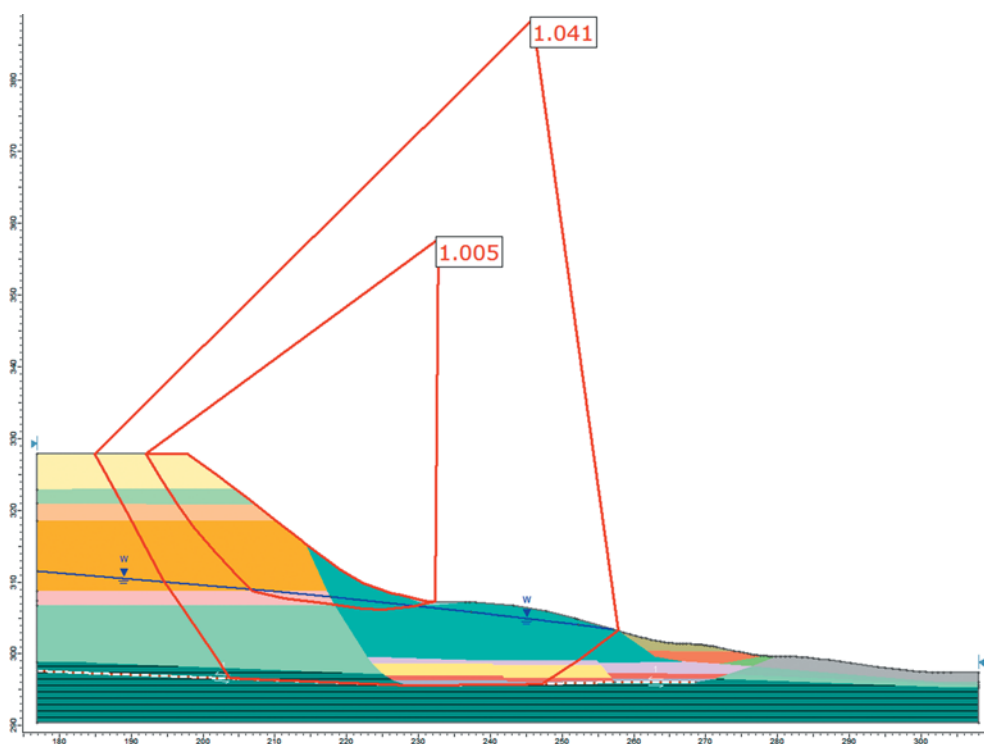


Рис. 5. Геомеханическая схема с результатом оценки устойчивости оползневой склона

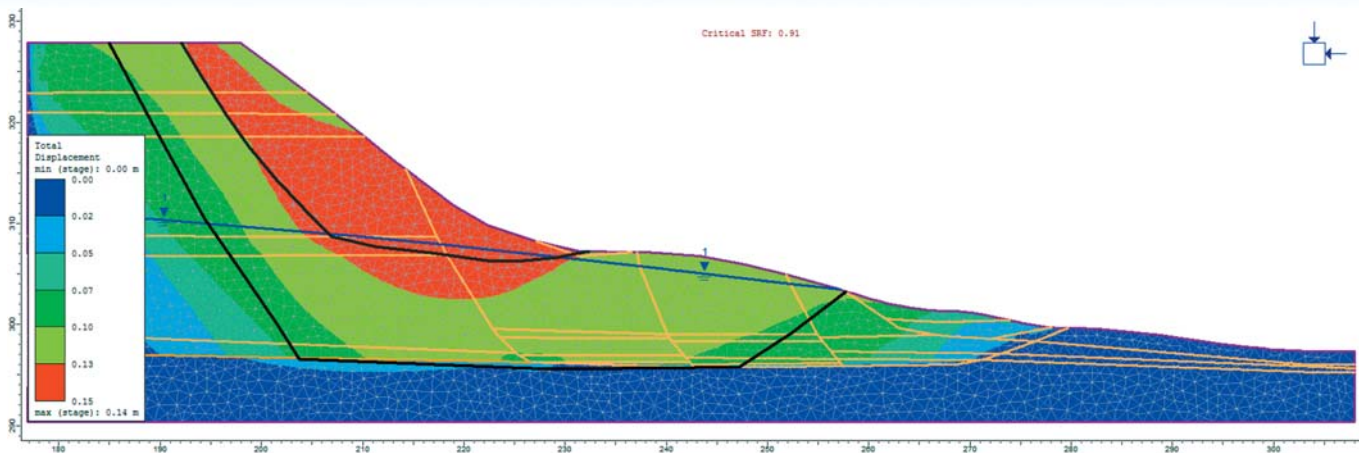


Рис. 6. Результат расчета МКЭ ($F_s = 0.91$). Черные линии — поверхности скольжения, полученные методом Спенсера

Количественная оценка устойчивости склона

В настоящее время существует достаточно много методов расчета устойчивости склонов. Выбор тех или иных методов в первую очередь определяется типом оползневой массы и механизмом возможного смещения оползневых масс [14]. В данном случае, учитывая неоднородность склонов, для расчетов устойчивости использовались метод Спенсера, входящий в класс методов предельного равновесия и метод конечных элементов (МКЭ).

Для расчета устойчивости рассматриваемого участка создавались геомеханические модели на основе результатов обработки данных о инженерно-геологических условиях рассматриваемой территории и материалов режимных наблюдений. В расчетах была принята модель разрушения грунтов Кулона-Мора [14].

Результаты расчета устойчивости оползневой массы склона методом Спенсера с определением коэффициента устойчивости, приведены на рис.5. Близкие результаты были получены в результате моделирования устойчивости оползневой массы склона с использованием МКЭ (рис. 6).

С целью оценки масштабы развития оползневой массы, была выполнена 3D оценка устойчивости оползневой массы склона методом предельного равновесия (Спенсера). Полученная при этом расчетная ширина оползня (308 м) хорошо согласуется с полевыми данными инженерно-геологического обследования (300 м).

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что возможны два сценария развития оползневых деформаций.

Согласно первому сценарию, на оползневом склоне в верхней части формируется вторичный оползень ($F_s=1.005$). Это находит определенное подтверждение в результатах выполненных геофизических исследований (рис. 7).

Согласно второму сценарию, на склоне активизируется полномасштабный оползневой массив ($F_s=1.04$), поверхность скольжения которого приурочена к верхнеюрским глинам оксфордского возраста. Это подтверждается результатами инклинометрических наблюдений (рис. 8).

Можно сделать вывод, что при активизации оползневой массы имели место оба сценария, а развитие самого процесса происходило поэтапно. На первом этапе формировался вторичный оползень, активизация которого на втором этапе приводила к формированию нового блока с поверхностью скольжения, приуроченной к верхнеюрским глинам оксфордского возраста. При этом с первым этапом связаны максимальные оползневые деформации и их скорости, вто-

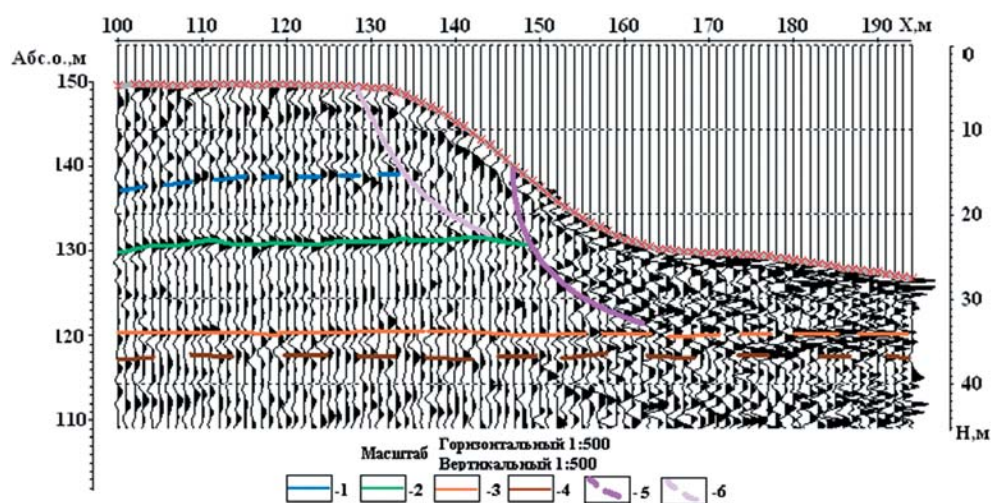


Рис. 7. Сейсмогеологический разрез по профилю: 1 — кровля меловых (?) отложений, 2 — кровля волжских (титон-киммериджских) отложений; 3 — кровля оксфордских глин; 4 — кровля келловейских глин; 5 — существующие поверхности смещения, 6 — потенциальные поверхности смещения [6]

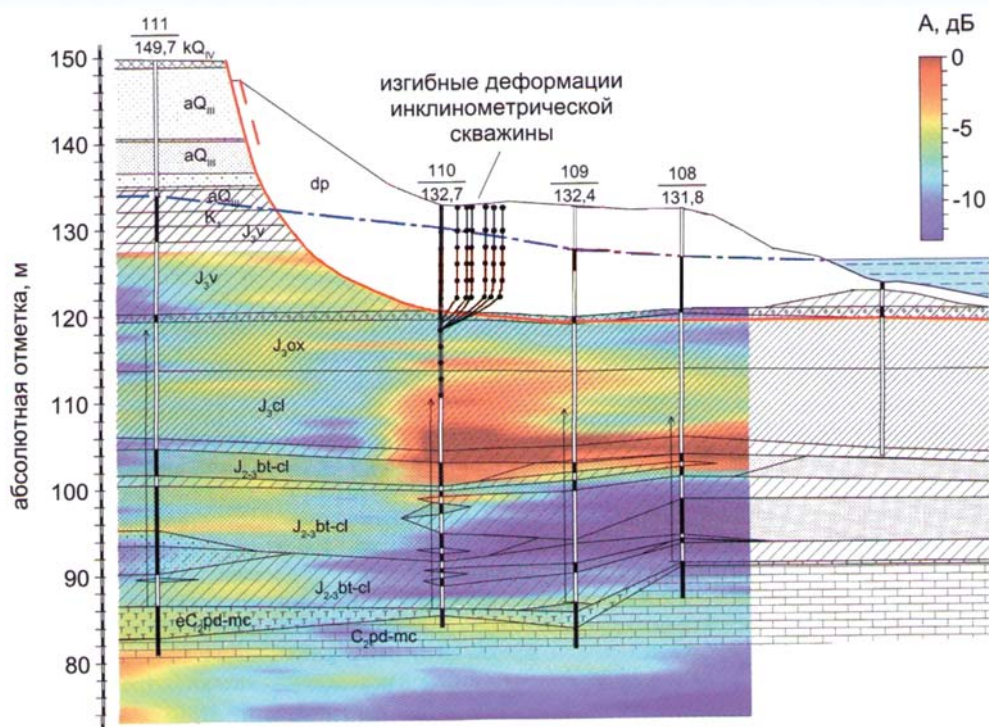


Рис. 8. Геофизический профиль и результаты инклинометрических наблюдений на участке Хорошево-1. А — амплитуда микросейсмических колебаний [2]

рой этап характеризуется гораздо большей продолжительностью развития оползневой процесса.

По данным ФГУП «Геоцентр-Москва» в 2018–2019 гг. отмечается существенная активизация оползневых процессов на данном участке. Существуют признаки формирования нового оползневой блока значительных размеров. Одним из факторов также могли быть хорошо ощутимые прихожанами храма вибрации от строительства еще одного мостового перехода через Москву-реку.

Необходимо осуществление противооползневых мероприятий на участках, где существует реальная угроза разрушения древних храмов г. Москва, в первую очередь на участке в Хорошево. Разработка этих мероприятий должна выполняться на основе комплексных изысканий, включающих режимные наблюдения. Правильные представления о механизме оползневых процессов позволяют более эффективно прогнозировать их и избегать ошибочных решений по противооползневой защите.

Статья написана в рамках работы по проекту IPL-238 «Landslides Threatening Russian Cultural Heritage Sites».

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнтрауб, Л.Р. Храмы Северо-Западного округа и Зеленограда / Л.Р. Вайнтрауб, М.Г. Карпова, В.В. Скопин. — М., 2000. — С. 90.
2. Волков, В.А. Изучение структуры активного блокового оползня на примере Карамышевской набережной р. Москва / В.А. Волков, А.В. Тихонов, А.В. Калинина, С.М. Аммосов // Геориск. — 2012. — № 3. — С. 8–13.

3. Кропоткин, М.П. О возрасте блоковых оползней Москвы — спустя полвека / М.П. Кропоткин // Инженерная геодинамика. — № 1. — 2017. — С. 28–37.

4. Кюнтцель, В.В. О возрасте глубоких оползней Москвы и Подмосковья, связанных с юрскими глинистыми отложениями // Бюллетень Мос. об-ва исп. природы. Отделение геологии / В.В. Кюнтцель. — Т. XL (3). — 1965. — С. 93–100.

5. Отчет об инженерно-геологических изысканиях для проектирования противооползневых мероприятий на участке склона между Карамышевским и Хорошевским спрямлениями р. Москва. ГСПИ. — Москва, 2007.

6. Отчет «Сейсмические исследования оползневой склона на участке между Карамышевским и Хорошевским спрямлениями реки Москва. — ФГУП «Государственный специализированный проектный институт», 2007.

7. Пискаревский летописец. Полное собрание русских летописей. — Т. 34. — М. — С. 200.

8. Отчет «Региональное изучение оползней на территории г. Москвы» / М.Н. Парецкая, С.Д. Пигарина. — М.: ЦИГЭА, 1977. — 356 с.

9. Отчет «Изучение режима экзогенных геологических процессов на территории г. Москва и Московской области (о результатах стационарного изучения оползневых процессов на территории г. Москва и Московской области с 1973 по 1989 гг.)» / М.Н. Парецкая, М.Б. Рапутов. — М.: МГГЭ, 1991. — 371 с.

10. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москва / Под ред. д.г.-м.н. А.Л. Рагозина / Москомархитектура, ГУ ГО ЧС г. Москвы. — М.: Изд-во ГУП НИАЦ, 2002. — 49 с.

11. Тихонов, А.В. Особенности механизма оползневой процесса в условиях г. Москвы на примере участка Хорошево-1 / А.В. Тихонов. // Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2009. — № 4. — С. 74–75.

12. Фоменко, И.К. Современные тенденции в расчетах устойчивости склонов / И.К. Фоменко // Инженерная геология. — 2012. — № 6. — С. 44–53.

13. XX век. Замена печей. Страховая оценка храма. Дело об укреплении берега в 1913–1915 годах. Накануне 1917 года. URL: https://www.troitsa-horoshevo.ru/o-hrame/hist/hh-vek-zamena-pechey-strahovaya-otsenka-hrama-delo-ob-ukreplenii-berega-v-1913-1915-godah-nakanune-1917-goda#_edn9 (Дата обращения: 27.08.2019)

14. Fomenko, I.K. Setting soil strength parameters for slope stability calculations. In Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations (2019) / I.K. Fomenko, K.V. Kurguzov, O.V. Zerkal and O.N. Sirotkina. — Vol. 2 of Proceedings in Earth and geosciences, CRC Press/Balkema Leiden, the Netherlands. — PP. 59–64.

© Коллектив авторов, 2020

Кропоткин Михаил Петрович // singeos@yandex.ru
 Фоменко Игорь Константинович // ifolga@gmail.com
 Шубина Дарья Дмитриевна // ddshubina@gmail.com
 Горобцов Денис Николаевич // dngorobtsov@mail.ru
 Невечеря Вадим Вадимович // nevcheryaw@mgri.ru