

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАРСТОВЫХ И ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВА

Орлова Н. А.

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, 129337, Ярославское шоссе, 26)

Аннотация. В работе рассмотрено строение рельефа кровли каменноугольных отложений на участках Воробьевы горы, Коломенское, Москворечье-Сабурово, Хорошево-1, расположенных в пределах г. Москва. В пределах всех участков обнаружены неровности в виде локальных останцов, понижений, воронок, предположительно карстового происхождения, способных повлиять на образование оползней в перекрывающих дисперсных породах. На территории Воробьевых гор выделен древний приток в поверхности кровли келловея.

Ключевые слова: оползни, карст, процессы, локальное понижение, останцы.

INTERACTION OF KARST AND SLIDESLAND PROCESSES ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORY OF THE CITY OF MOSCOW

Orlova N. A.

(Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoye Sh., 129337, Moscow, Russia)

Abstract. The paper considers the structure of the roof relief of carboniferous deposits in the areas of Vorobyovy Gory, Kolomenskoye, Moskvorechye-Saburovo, Khoroshevo-1, located in the city of Moscow. Irregularities in the form of local outliers, depressions, craters, presumably of karst origin, which can affect the formation of landslides in the overlying dispersed rocks, were found at all sites. In the surface of the roof of the kelloway of oxford is marked an ancient tributary in the territory of the Sparrow Hills.

Keywords: Landslides, processes, karst, local depression, outliers.

ВВЕДЕНИЕ

В европейской части России многие описанные формы рельефа обязаны взаимодействию русловых и карстовых процессов. Известно значительное количество образовавшихся трещин бортового откола и рвов вдоль берегов рек, описанных многими исследователями (1–3), в местах, приуроченных к рельефу кровли известняков или

доломитов, в которых встречаются единичные провалы или ряд цепочек карстовых воронок. Формирование оползневых террас часто наблюдается в местах разгрузки подземных вод, образование оплывин и оползней сопровождается образованием суффозионных воронок. В результате взаимодействия поверхностных и подземных вод образуются провалы и воронки в пойме, русле, низких террасах.

На территории Москвы наиболее известны и хорошо описаны карстовые провалы в районе Ходынки, тем не менее, анализу кровли каменноугольных отложений, в которых развивается карст, ранее не уделялось особого внимания с точки зрения изучения оползневого процесса. Считается, что карст на территории Москвы развивается медленно, мощность перекрывающей глинистой толщи, в большинстве мест развития оползней от 3 м и больше.

В данной работе рассмотрены оползневые участки «Москворечье-Сабурово», «Хорошево-1», «Воробьевы горы», «Коломенское», показаны места развития понижений и воронок и проанализирована их вероятная взаимосвязь с началом развития оползней.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Рельеф поверхности каменноугольных отложений территории Москвы характеризуется однообразным уклоном и линейными понижениями, которые имеют прямолинейные направления, ширина которых значительно уже, а борта круче, чем в последующих этапах развития. Данные понижения обладали множеством протоков, глубина и направление которых указывает на развитие, скорее всего по трещинам в массиве известняков и доломитов. В процессе проведения буровых работ в различных частях города вскрыты понижения, имеющие округлые или котловиннообразные формы, что указывает на развитие карстовых форм рельефа. Современная гидрографическая сеть, некоторые известные овраги наследуют данные понижения. В пределах некоторых оползневых участков встречены локальные понижения, которые, скорее всего также можно отнести к карстовому генезису.

На примере рельефа локальной ложбины, наблюдаемой в каменноугольных отложениях напротив Малой Никитской улицы и реке Яуза можно увидеть унаследованность основным понижениям.

Так, ложбина напротив Малой Никитской улицы лежит на отметках 97-99 м, дно доледниковых отложений – 100 м, высота общей поверхности кровли в первом случае – 120, во втором – 144 м, таким образом, высота увеличилась на 24 м. Ложбина, приуроченная к реке Яуза: кровля известняков – 100 м, доледниковых отложениях – 104 м, высоты водоразделов соответствуют – 128 и 144 м. Высота увеличилась на 16 м.

Мезозойские отложения не выровняли рельеф подстилающего карбона, но неглубокие понижения были полностью погребены, но основные понижения сохранились и выражены в рельефе, продолжая служить главными каналами стока подземных и поверхностных вод.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для участка «Воробьевы горы» проведен анализ архивных данных по 130 скважинам (рис.1), построена карта поверхности кровли карбона и келловейского яруса юрской системы от моста метрополитена до церкви Живоначальной Троицы, использованы также скважины, расположенные в реке Москва, вдоль улицы Косыгина и Лужниковской набережной.

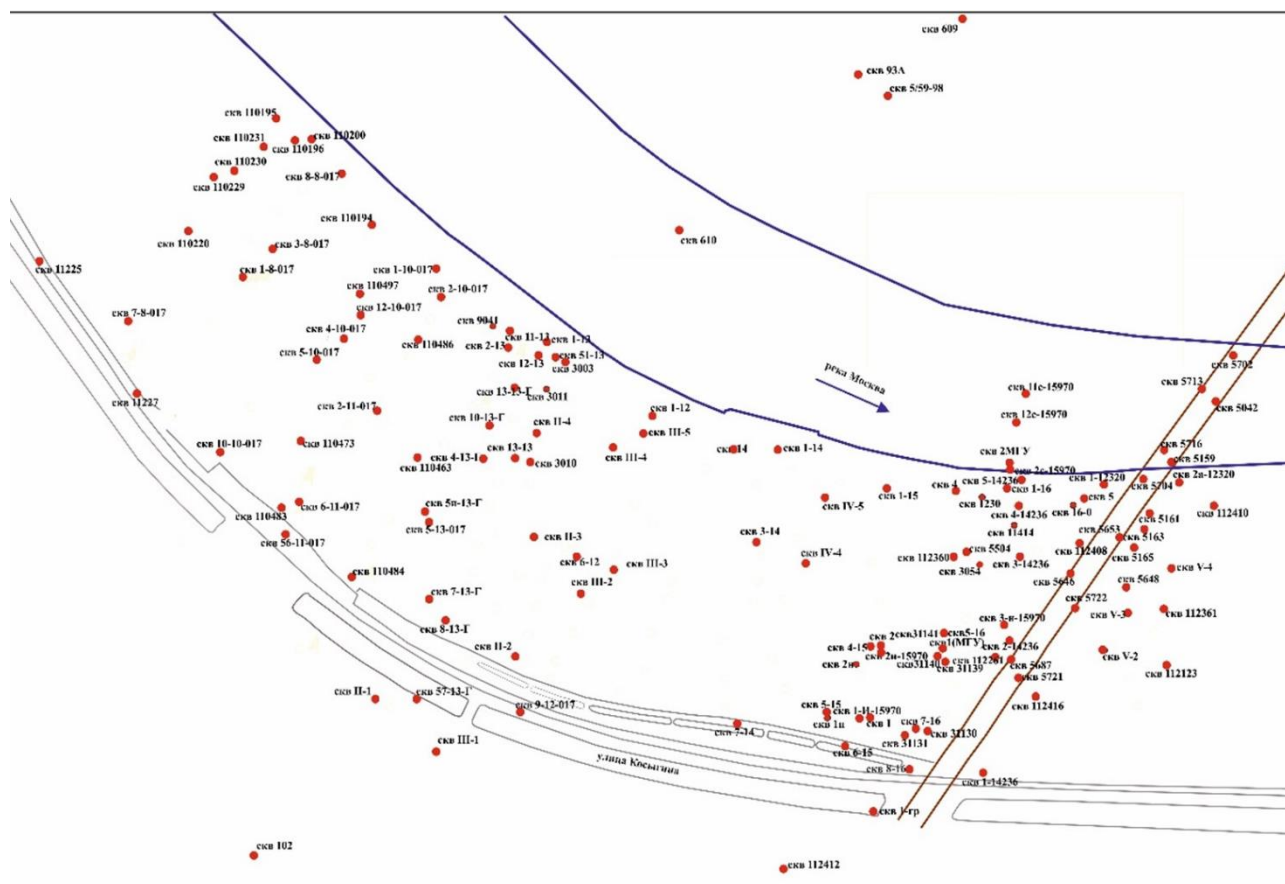


Рисунок 1. Карта фактического материала оползневой участок «Воробьевы горы»

Среднекаменноугольные отложения подстилают глинистые юрские породы и служат жёстким основанием для пластичных глин. Толща состоит из пород каменноугольной системы, представлена известняками и доломитами, встречаются отдельные маломощные слои и линзы глин и мергелей. Известняки светло-серого и желтовато-серого цвета, крепкие, трещиноватые, в верхней части нередко окремнённые, кровля местами представлена сильно выветрелыми породами. Перекрыта толща юрскими отложениями келловейского яруса, представленными плотными твердыми глинами, не подвергшимися

деформациям, мощностью от 1,0 до 6,0 м, местами встречаются небольшие линзы песка, галька и щебень известняка, реже - прослой мергеля и крепкого известняка.

Подобная структурная карта поверхности каменноугольных отложений на изучаемую территорию построена была впервые ИГЭ РАН, но по нескольким скважинам.

На исследуемом участке наблюдается общая тенденция падения кровли карбона (рис.2) на юго-запад. Вдоль правого берега реки Москва наблюдаются отдельные останцы и локальные понижения. Рассмотрим основные.

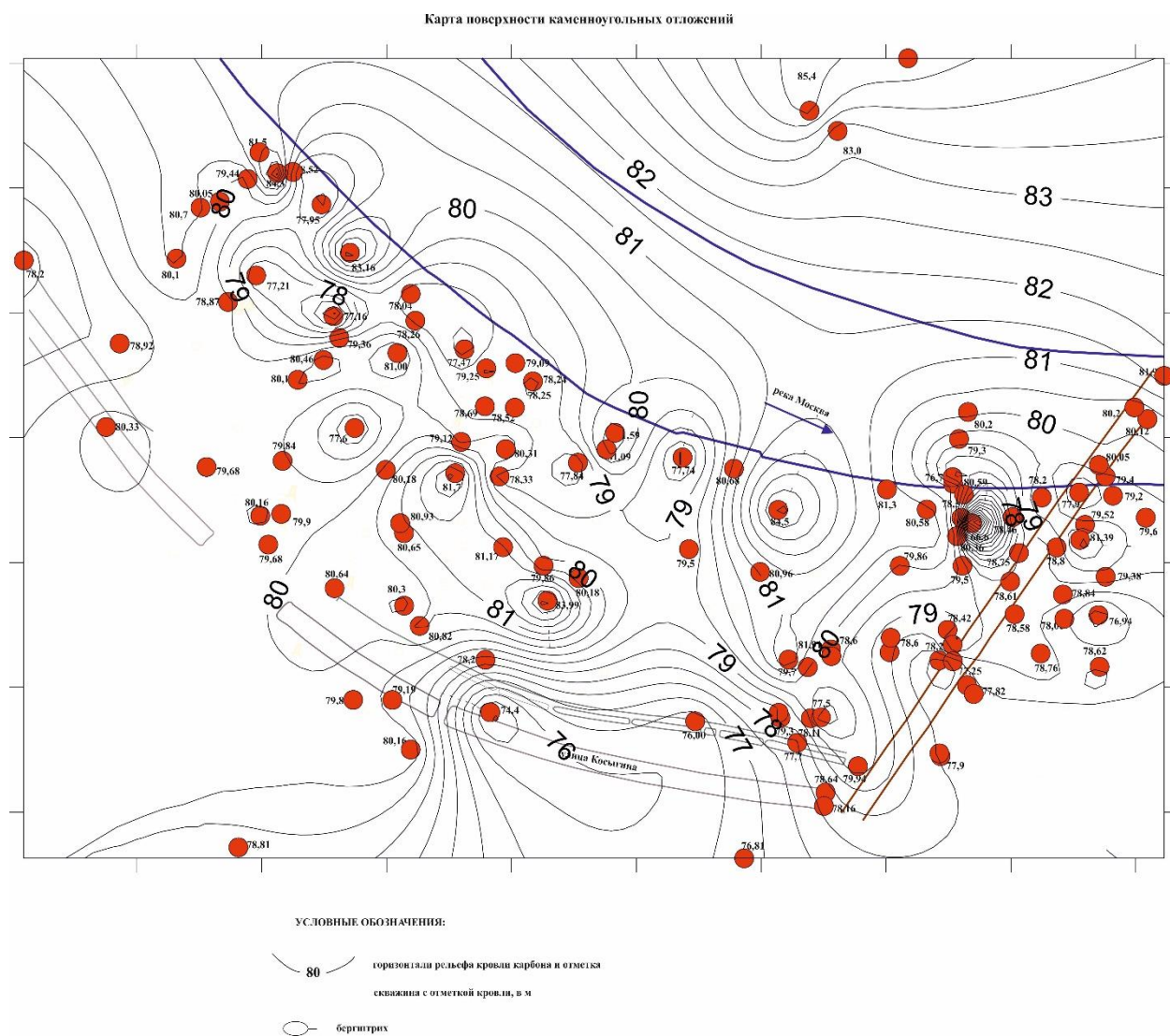


Рисунок 2. Карта поверхности каменноугольных отложений.

Западнее и восточнее метромоста рассматриваемого участка поверхность кровли карбона соответствует абсолютным отметками 76,0 м – 81,39 м. Отмечается плавное понижение в сторону плато и несколько углублений: в центральном участке восточнее метромоста до 76,94 м (глубина - 1,9 м), в реке у берега реки до 76,7 м (глубина переуглубления 3,88 м), восточнее в береговой зоне до 67,3 м (глубина - 12,7 м), в 30 м

западнее от эскалаторной галереи на плато - 2,24 м (абс.отметка 77,7) и примерно в 90 м западнее на плато от эскалаторной галереи – 2,7 м (абс.отметка 76,0).

В 200 м западнее от переуглубления в реке в структурной поверхности карбона наблюдается локальный выступ в форме купола шириной около 100 м, высотой 3,54 м. Наибольшие абсолютные отметки выступа составляют 84,5 м.

У подножья оползневого уступа западнее эскалаторной галереи – повышение в рельефе на 2,21 м, шириной до 20 м, на плато у начала эскалаторной галереи – 2,24–1,78 м.

В погребенном рельефе между эскалаторной галереей и канатной дорогой вдоль плато протянулось понижение, с падением кровли на запад, длиной вдоль склона до 350 м. Понижение расположено между останцами. Высота бортов понижения: левый борт – 5,76 м, правый борт у бровки – 3,3 м.

Район канатной дороги характеризуется ровным рельефом с абсолютными отметками 78,62–81,6 м с небольшим понижением в центральной части и падением в сторону реки.

Восточнее от храма Живоначальной Троицы расположено локальное понижение глубиной 3,17 м. Западнее стадиона глубина понижения – 2,56 м, диаметром до 100 м.

В северо-западной части исследуемого участка расположены два останца возле современного берега реки Москва, высотой – 6,35 и 5,21 м.

Скважины, вскрывшие кровлю карбона в реке и в районе Лужнецкой набережной, установили постепенное поднятие кровли, западнее метромоста понижение глубиной - 3,88 м с довольно крутым склоном.

Анализ положения кровли келловоя показал, что в позднеюрский период происходило наследование поверхности карбона (рис.3), с общим падением толщи к югу и формированием вытянутых в сторону реки ложбин стока, расположенных к востоку от метромоста в сторону карстовой полости. И две ложбины в районе канатной дороги: западнее - прослеживается с падением к реке в районе стадиона на северо-запад, восточнее – с падением на север. Подобные понижения вероятнее всего можно отнести к краям палеодолины. В литологическом составе присутствие гальки и щебня, обнаруженных в скважинах в данных местах указывает также на палеодолину.

Поверхность понижений местами заполнена глинистыми и песчаными осадками, основные ложбины и останцы сохранились. В реке мощность глинистых отложений келловоя глубиной – 4м, по улице Косыгина локальное понижение падает в сторону востока и к реке, мощность отложений – 9,4 м, в бортах – 8,92 м, в карстовой полости – мощность 12,8м, на краю бортов – 9,66м.

Обнаруженная в каменноугольных отложениях зона разуплотнения (по геофизическим данным) на участке «Хорошево-1» за туалетом на территории церкви говорит о том, что помимо оползневых процессов здесь развиваются карстово-суффuzionные, которые, скорее всего, повлияли на потерю устойчивости склона, в связи с тем, что в 2006 году начало активизации сопровождалось образованием суффuzionной воронки в верхней части склона. Она достигла 4,5 в диаметре и 7,7 м в глубину, впоследствии была засыпана. В 2019 году образовалась новая суффuzionная воронка также в верхней части склона за церковью, отмечается просевший грунт в прибровочной части склона, который также был засыпан, диаметр воронки – 4,7 м, глубина до 3,4 м.

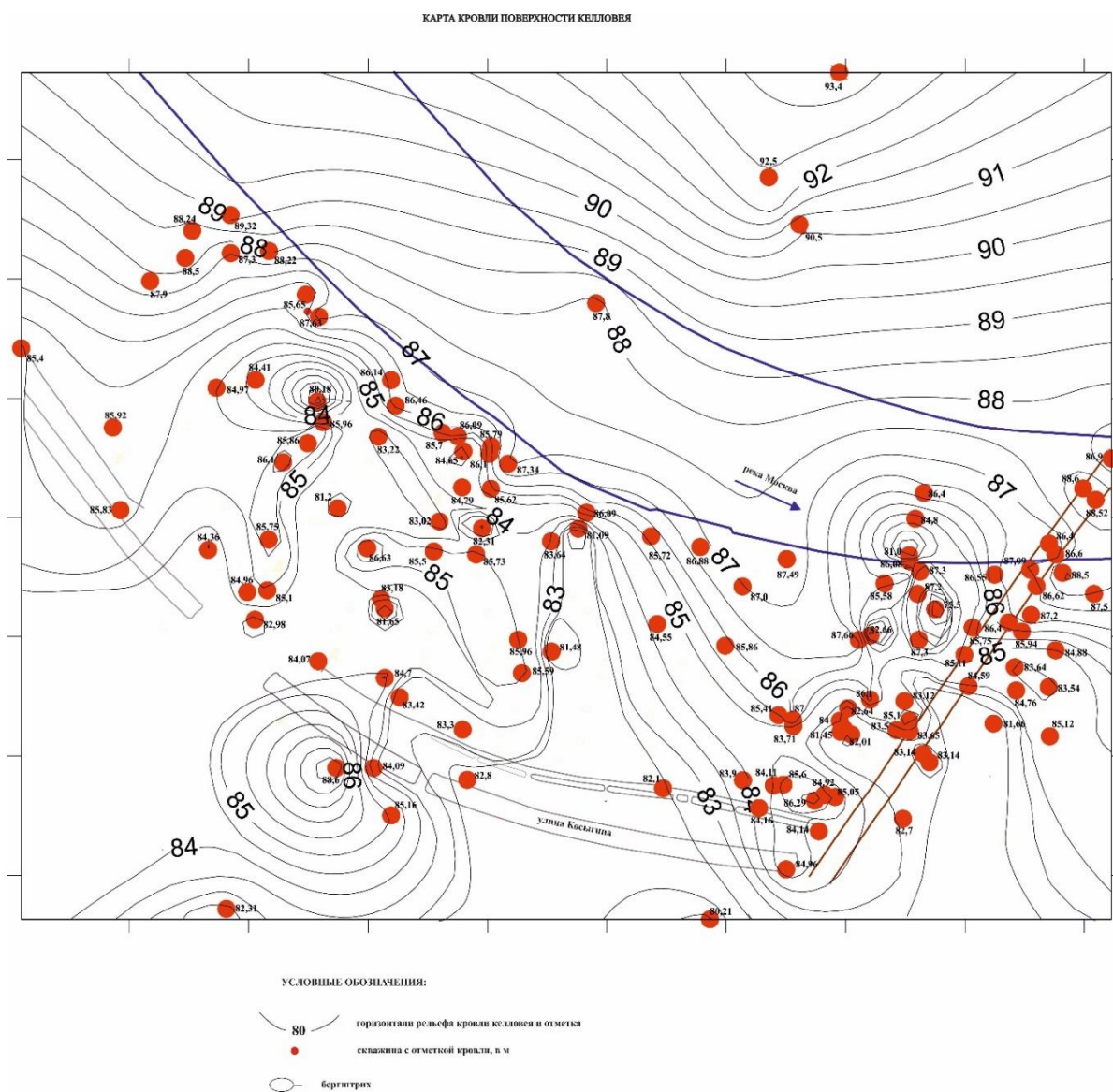


Рисунок 3. Карта поверхности келловейских отложений

В результате многолетних наблюдений в части русловой съемки установлено, что распределение максимальных глубин вдоль русла характеризуется общей тенденцией смещения к левому берегу, лишь в краевой части участка возле Карамышевской плотины линия максимальных глубин резко переходит к правому берегу. Анализ собранных за 20 лет материалов показал, что происходит тенденция к выполаживанию подводного склона, напротив отколовшегося в 2006 году оползневого блока. Обнаруженный вал выпирания в реке постепенно размывается, оползневые массы продвигаются вниз по склону.

Аналогичные наблюдения проводились в Москворечье –Сабурово. Русловая съемка в течение продолжительного времени отметила наметившуюся тенденцию в сторону увеличения в зоне по течению ниже церкви понижения с 9 до 17,2 м, кроме того, выше по течению от данной воронки отмечаются десять мелких до 20 м в поперечнике, с глубинами 7,09-12,9 м. Речь идет о целой системе воронок в пределах рассматриваемого участка, линейное распределение указанных форм неравномерно и резко возрастает от 3 в верхней и центральной зонах участка, до 7 в нижней по течению зоне. Генезис данных воронок остается невыясненным. Тем не менее, можно предположить связь между воронками и оползневыми процессами, и сделать вывод, что активизация последних кроется в формировании данных углублений в реке.

В районе участка «Коломенское» расположен амфитеатр глубоких оползней выдавливания между институтом ВНИИХТ и заводом «Полиметаллы». В результате буровых и геофизических работ вскрыто локальное понижение в карбоне юго-восточного направления, глубиной до 6 м. Понижение имеет крутые борта и пролеживается от бровки склона, далее тянется вдоль подошвы основной стенки срыва. На дневной поверхности ему соответствует овраг, вершина которого в настоящее время деформирует забор ВНИИХТ, продвигаясь внутрь плато. Многолетний мониторинг (с 1961 года) за данным участком отмечает, что именно здесь наблюдаются наиболее значимые деформации грунта, в разные годы здесь отмечались суффозионные воронки, стенки срыва и др.

ВЫВОДЫ

В ходе данной работы выявлено, что основные особенности строения каменноугольных отложений на оползневых участках заключаются в наличии локальных понижениях, останцов или карстовых воронок. В основном оползневые тела имеют смешанное происхождение. На основании анализа результатов бурения в «Коломенском» и «Воробьевы горы» обнаружено, что происходит наследование основных, глубоких форм воронок и понижений при последующем осадконакоплении, в результате чего при неблагоприятных условиях – колебании уровня подземных вод, обильных осадков,

паводковых вод – возможно смещение дисперсных грунтов в данные понижения, что может послужить началу образования оползней.

Образование воронок в речном русле, выявленных в пределах участка «Москворечье-Сабурово», и выдвинутый в реку значительный по масштабам язык оползня, скорее всего, послужили одной из причин активизации оползня (помимо пригрузки бровки склона). Неоднократные образования суффозионных воронок и активизации оползней в месте расположения древней карстовой полости на участке «Хорошево-1» указывает также на их взаимосвязь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукин В.С. Четвертичные отложения Кунгурского района, связанные с карстовыми процессами //Тезисы докладов на совещании по изучению карста. Вып. 16. Приуралье. М. 1956. с.6-8.
2. Соколов Н.И. О соотношении карста и явления отседания склонов. Общие вопросы карстования // М. 1962. стр.70-77.
3. Печеркин А.И, Закоптелов В.Е. Карст и суффозия на берегах водохранилищ // Пермь, 1982.