

## Из практики изыскателей. Часть 3. Про явно сложные участки, где деньги и кадры решают все



В предыдущих частях статьи [3, 4] мы говорили про площадки предполагаемого строительства, сложные условия которых скрыты под дневной поверхностью и не видны невооруженным глазом. А как работать с участками, сложность которых «лежит» прямо на дневной поверхности? И если бы не их крайне выгодное расположение в отношении транспорта и инженерных сетей, вряд ли кто-нибудь предпринимал бы попытки освоения таких произведений совместного творчества природы и человека. Разговор сегодня именно о таких площадках, а также об огромной роли архивных материалов (изысканий прошлых лет), в частности топографической съемки.

**ПОНОМАРЁВ ДЕНИС АНДРЕЕВИЧ**  
Специальный корреспондент

### Ограниченный бюджет – надежда на чудо?

При активном развитии городских территорий человек всегда занимается «улучшайзингом» окружающего его пространства, корректируя не удовлетворяющие его требованиям элементы земной поверхности. Однако зачастую пожелания заказчика, наложенные на суровую геологическую

действительность конкретной площадки, оказываются невыполнимыми за отведённые для этих целей деньги.

Рассмотрим интересный случай с участком, который уже был в собственности у заказчика, поэтому последний считал выгодным для себя использовать эту площадку для задуманного строительства небольшого двухэтажного здания из легких конструкций, а не приобретать новую.

Этот участок расположен на небольшом удалении от бровки склона долины реки, ниже по течению от места раскрытия в нее довольно большого оврага. Перепад высот в сторону реки достигает 25 м при длине склона до 120 м, перепад высот в сторону оврага – до 15 м при длине склона до 100 м.

Данная площадка и прилегающие к ней части склона были неоднократно и с разной степенью детальности исследованы ранее, в том числе и на предмет оползнеопасности. По итогам тех работ были проведены противооползневые мероприятия (где-то – путем террасирования склонов и берегоукрепления, где-то – с помощью устройства дренажных коллекторов для сбора поверхностных и залегающих близко к поверхности грунтовых вод).

В верхней части склона, включая площадку изысканий, имеется множество инженерных коммуникаций, в том числе водонесущих, а в непосредственной близости от проектируемого здания пролегает канализационный коллектор диаметром более 3 м (что впоследствии очень мешало выбору пятна застройки).

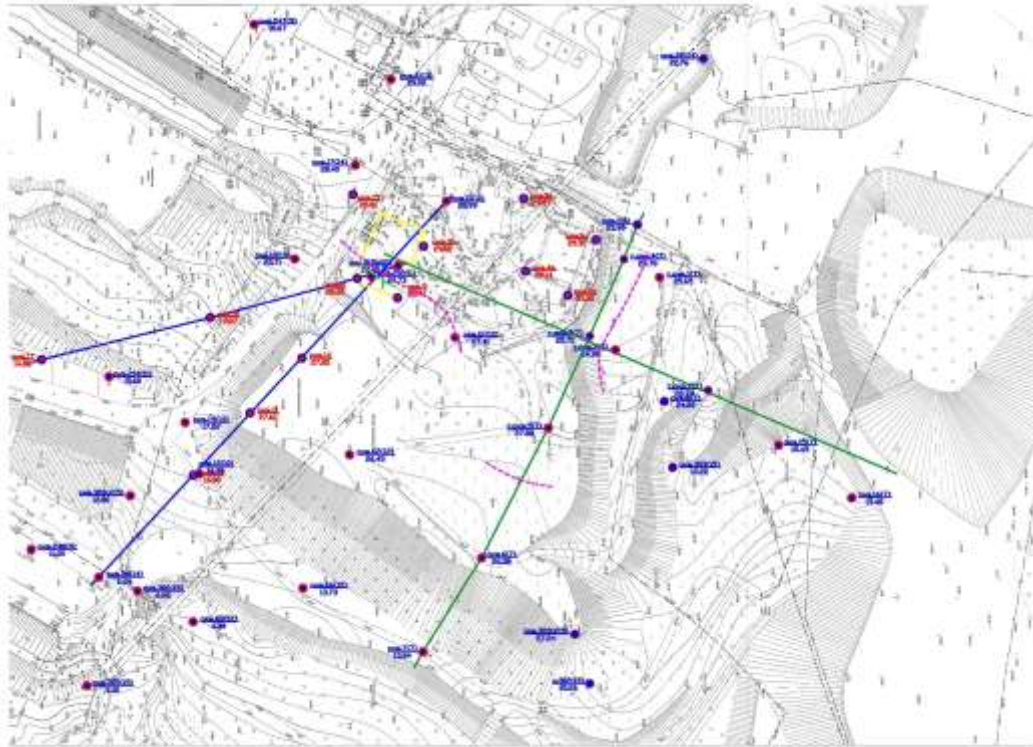
Упомянутый выше овраг ранее подвергался частичной хаотичной засыпке и замыву.

В непосредственной близости от проектируемого здания, но дальше от склонов имелась группа небольших по габаритам капитальных строений, для возведения которых ранее также были выполнены инженерные изыскания, причем с отдельным упором на определение устойчивости склонов и прогноз оползневых процессов. Граница устойчивости склонов без нагрузки (граница оползнеопасной зоны) по большей части была на значительном удалении от проектируемых тогда сооружений, но подходила недопустимо близко к границе участка проектируемого ныне здания.

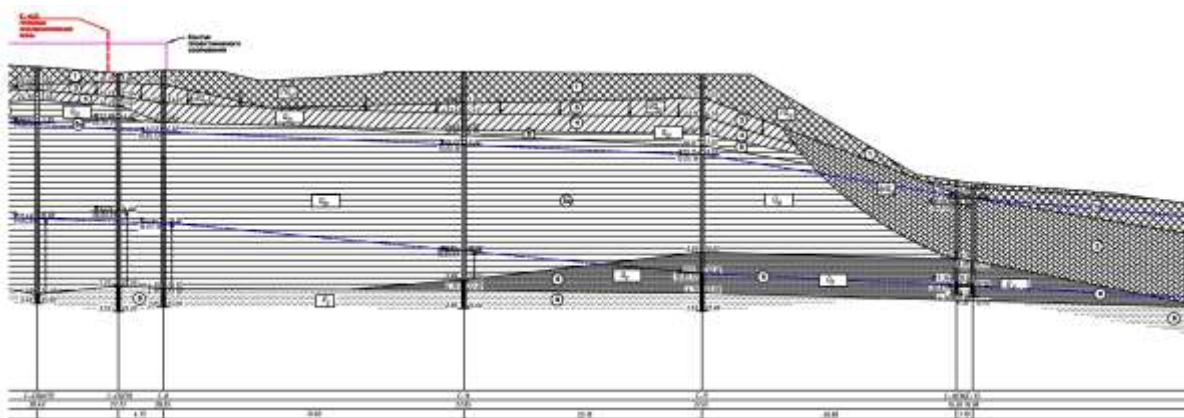
Судя по материалам изысканий прошлых лет, площадка предполагаемого строительства характеризовалась сложными инженерно-геологическими условиями (III категории сложности) и практически всеми ярко выраженными негативными для строительства факторами, которые имеют место в данном районе, причем со значительным техногенным вмешательством.

Заказчик и проектировщики были в курсе этого, но, видимо, компетенции проектировщиков не хватило для того, чтобы сопоставить информацию из архивных материалов со скудным бюджетом и поднять вопрос о целесообразности проведения на выделенной площадке новых изысканий, не то что строительства.

В итоге вновь выполненные инженерно-геологические изыскания подтвердили непростое строение участка (рис. 1, 2).



**Рис. 1.** Результаты топосъемки исследуемого участка. Желтая сплошная линия – контур проектируемого здания; зеленые сплошные линии – профили для расчетов устойчивости склона по данным изысканий прошлых лет; синие сплошные линии – современные профили; фиолетовые штриховые линии – оползнеопасные границы по архивным материалам; зеленая штриховая линия в нижней части пятна предполагаемой застройки – современная оползнеопасная граница. Синим цветом подписаны скважины по данным выполненных ранее изысканий, красным – современные скважины



**Рис. 2.** Фрагмент инженерно-геологического разреза исследуемой территории

Грунтовая толща непосредственно под планируемым пятном застройки и на бровке склона начиная с глубины 2–3 м сложена тяжелыми четвертичными глинами (мощностью до 20 м), подстилаемыми коренными отложениями. Ближе

к подошве склона в разрезе имеется шлейф мощностью до 7 м из оползневых глинистых грунтов (появившийся в результате ранее сошедших оползней), перекрытый сверху слоем современного насыпного грунта. И это несколько не добавляет склону устойчивости, так как прочностные свойства оползневых грунтов практически нулевые, а их вес является значительным в силу их водонасыщенности.

Гидрогеологические условия тоже оставляют желать лучшего. В пределах рассматриваемого участка и обступающих его склонов распространены два водоносных горизонта. Первый от поверхности – безнапорный техногенный, вскрытый на глубинах 0,8–8,5 м. Нижним водупором для него являются плотные разности глин. Глубже располагается напорный дочетвертичный водоносный горизонт, вскрытый на глубинах 8,0–20,1 м. Величина напора в нем достигает 7,6 м.

В совокупности все вышеперечисленные факторы геологического и гидрогеологического строения и дали неустойчивость склона у границ проектируемого пятна застройки даже без нагрузки, что было подтверждено данными расчетов устойчивости для одного из створов. И такие выводы были вполне прогнозируемы, так как расчет устойчивости для другого близко расположенного створа по данным изысканий прошлых лет дал в свое время аналогичные результаты.

К тому же параллельно с новыми изысканиями велась отсыпка суглинистыми грунтами уже до этого спланированного склона, причем без согласования с исполнителями проектных работ на исследуемой площадке. Отсыпали в среднем около 1 м, что, учитывая ничтожную сдерживающую силу оползневых отложений в подошве склона, также не прибавляло ему устойчивости.

В итоге исходный вариант пятна застройки не был принят, как и многие другие. После выдачи изыскателями готового технического отчета еще на протяжении нескольких месяцев совместно с проектировщиками велась кропотливая работа, заключающаяся в расчетах различных вариантов посадки, геометрии и компоновки проектируемого здания на всевозможных фундаментах в сочетании с различными схемами инженерной защиты – и все это с учетом жестких финансовых рамок.

В итоге, поскольку границы участка, принадлежавшего заказчику, не позволяли отодвигать место посадки здания сколь угодно далеко от бровки склона, а скудный бюджет ограничивал спектр применения методов инженерной защиты, этот объект так и не был построен, а деньги и время на новые изыскания и на сотрудничество проектировщиков с изыскателями уже были потрачены.

Конечно, современные изыскания, выполненные непосредственно под проектируемое здание, внесли уточнения в геологическое строение площадки. И, если бы бюджет был достаточным для реализации задуманного, то поверхностный и глубинный дренаж, уполаживание или террасирование склонов, контрфорс или контрбанкет, разные виды фундаментов и другие меры могли бы дать проекту шанс на реализацию в изначально отведенном месте.

И тогда проектировщики могли бы получить не только благодарного клиента, но и интересный реализованный проект в свое портфолио.

### **Выгодное размещение объекта строительства и достойный бюджет**

Если в предыдущем сюжете объект возможного строительства не планировался исключительно для извлечения прибыли и место для него подбирали не специально, а с целью использования уже имеющегося участка, то теперь рассмотрим случай, когда все было в точности наоборот. Это был достойно финансируемый бизнес-проект с непростыми проектными решениями, для которого чрезвычайно важны были расположение (прежде всего транспортная доступность и близость инженерных сетей) и значительная площадь. Заказчиком была частная компания федерального уровня.

Исследуемый участок располагался в пределах замытого речным песком склона нижнего километра долины реки, частично спланированной (сама река шириной 100 м на этом отрезке была спрятана в коллектор). В 1990-е годы эту территорию пытались освоить и даже начали строить на ней что-то капитальное, но не закончили – и более 20 лет этот недострой портил окружающий пейзаж. В 2000-х годах этот участок наконец обрел способного его освоить платежеспособного хозяина.

Рельеф верхней части данного участка – пологонаклонный, с уклоном в сторону бывшей реки, а перепад высот между верхней и нижней частями площадки составлял до 20 м.

При рекогносцировочном обследовании явных проявлений возможных неблагоприятных инженерно-геологических процессов обнаружено не было.

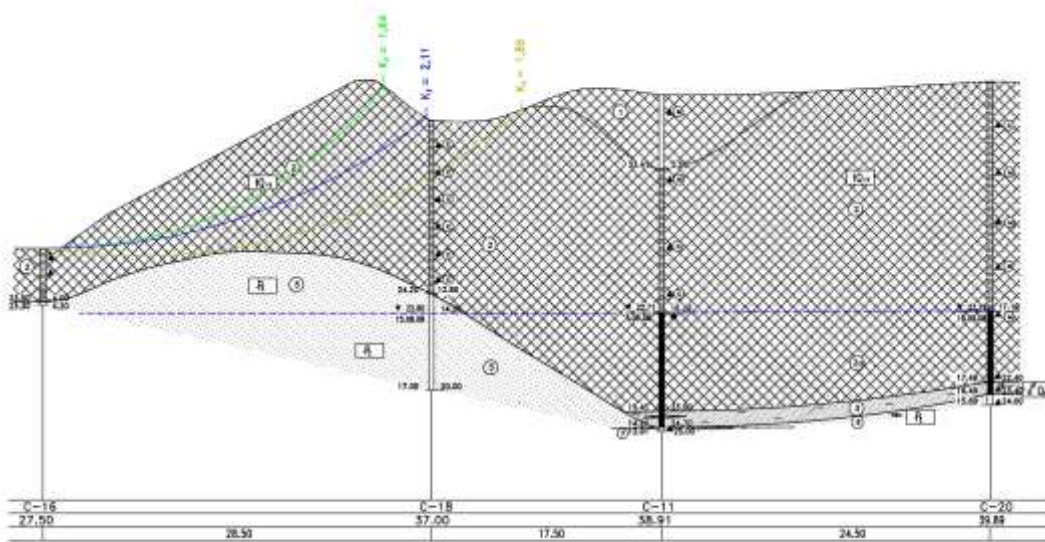
Исследование доступных материалов прошлых лет показало, что результатов изысканий 1990-х годов, хотя и сомнительного качества, достаточно для подготовки программы работ и расчета сметной стоимости. На этом этапе и выяснилось, что пятно застройки проектируемого сооружения по большей части попадает в пределы замытой территории. К счастью, в старом отчете были результаты топосъемки участка до замыва, позволявшие оценить масштабы техногенного вмешательства.

При новых изысканиях в 2000-х годах участок был всесторонне исследован с помощью полевых и лабораторных методов. В некогда русловой и пойменной частях он сложен намывными (некогда аллювиальными) мелкими песками мощностью от 4,5 до 23,5 м, под ними залегают аллювиальные песчаные отложения (пойменные, русловые, старичные) незначительной мощности (1–2 м), еще глубже – песчаные отложения и алевролиты палеогенового возраста. В части, бывшей ранее высоким берегом, с дневной поверхности залегают современные техногенные отложения, под ними – слой намывного песка, глубже – овражно-аллювиальные суглинистые грунты, перекрывающие размывы (и поэтому отсутствующие в руслово-пойменной части) более древние песчаные отложения палеогенового возраста. Кровля залегающих еще глубже алевролитов (также палеогенового возраста) в береговой и пойменно-русловой частях простирается закономерно, с небольшим уклоном.

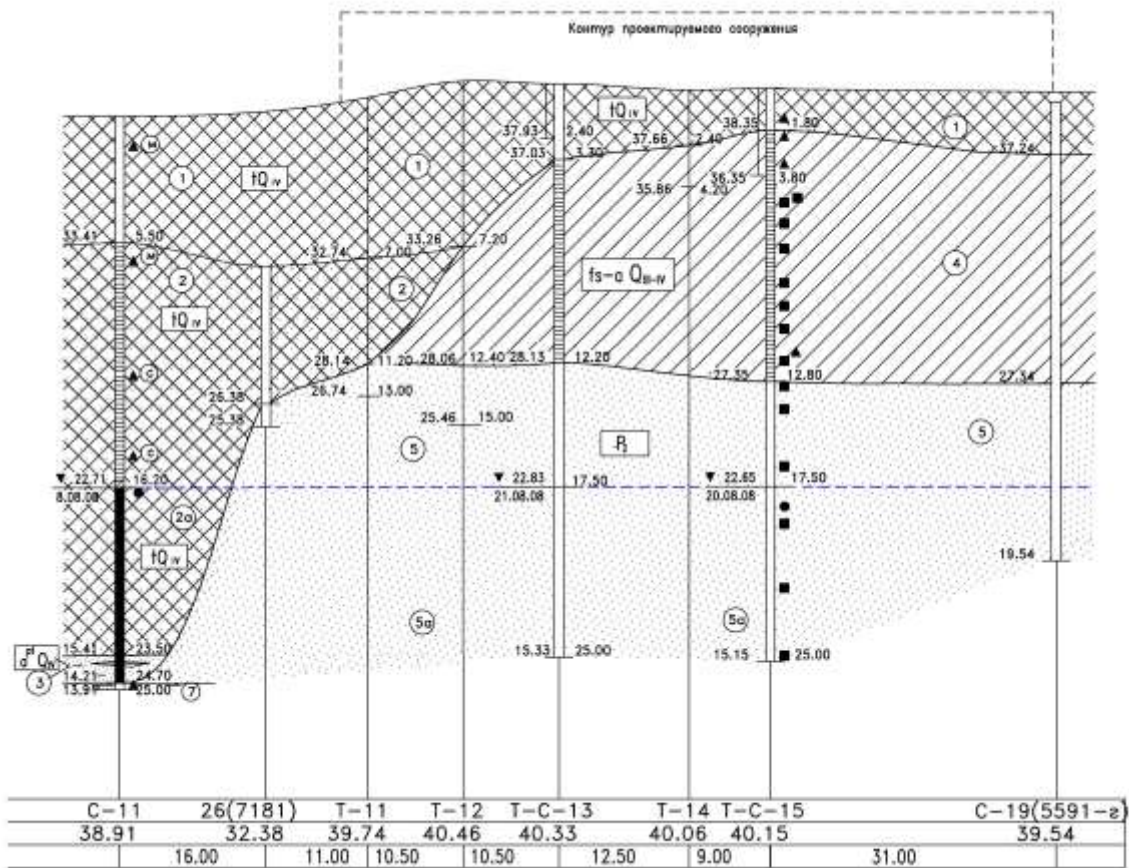
Грунтовые воды вскрыты на глубине 13,5–16,5 м в «верхней» (полностью замытой) части площадки изысканий и на глубине 1,0–1,5 м – в «нижней» (практически не затронутой намывом), то есть у основания намытого склона. Направление потока грунтовых вод – в сторону замытого русла. Был зафиксирован подъем их уровня на 2,6–3,5 м со времени до намыва в некогда пойменной и русловой частях.

Намывные пески – плотные, по данным полевых испытаний статическим зондированием и штампами – с хорошими деформационными свойствами. Склоны, сложенные этими песками, – по большей части устойчивые без нагрузки.

Необходимо отметить, что детальность полученного разреза была обеспечена именно за счет наличия в архивном отчете результатов старой топосъемки участка до его замыва, поскольку отобразить многие детали существовавшего когда-то рельефа, а точнее его отражения в геологическом строении, иначе было бы невозможно (рис. 3–5).



**Рис. 3.** Инженерно-геологический профиль склона



**Рис. 4.** Инженерно-геологический разрез, пересекающий пятно застройки будущего сооружения



**Рис. 5.** Результаты топосъемки исследуемого участка. Фиолетовой штриховой линией показан контур проектируемого сооружения; синими сплошными линиями – границы ныне засыпанного русла реки, спрятанной в коллектор; стрелками – направление течения; красными зубчатыми линиями – контуры ныне засыпанных бровок долины реки; зелеными сплошными линиями – направление разрезов и профилей для расчетов устойчивости склона; красной



штриховой линией – оползнеопасная граница. Красным цветом подписаны современные скважины, синим – скважины по данным изысканий прошлых лет

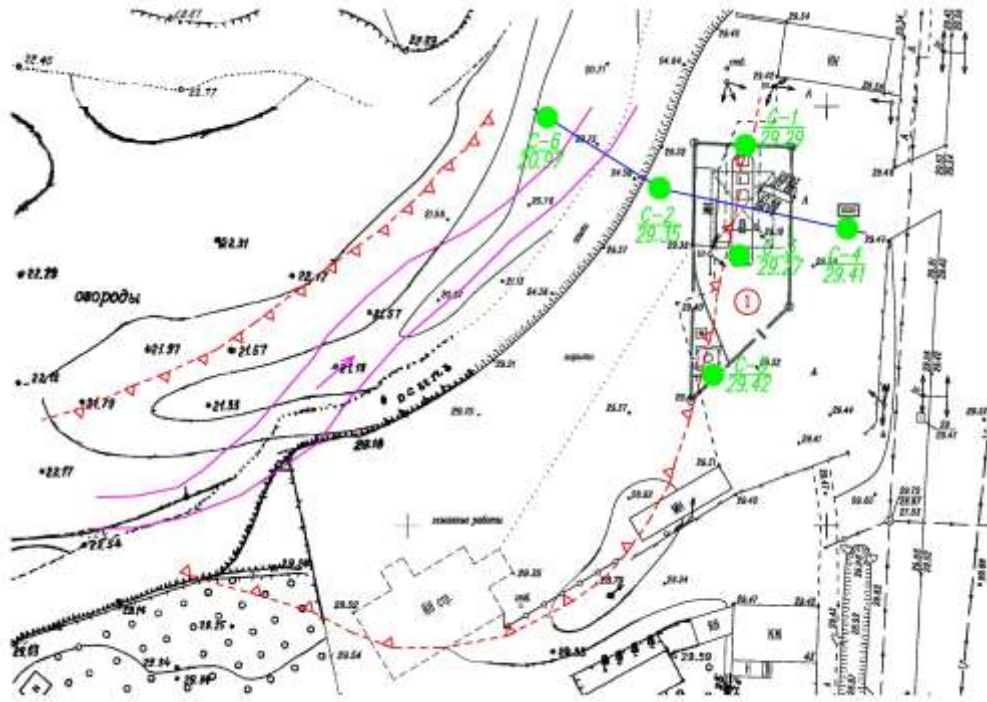
В итоге проект, в детали которого мы вдаваться не будем, был успешно реализован, несмотря на достаточно сложные инженерно-геологические условия площадки. Но еще раз подчеркнем, что здесь не последнюю роль сыграло практически неограниченное финансирование выбранных проектных решений со стороны заказчика, поскольку все его вложения в этот бизнес-проект обещали окупиться на этапе эксплуатации объекта.

### **Дорогу молодым!**

Теперь рассмотрим случай, когда именно молодой специалист проектной организации спас проект, поставивший в тупик убежденных седидами «зубров» проектирования.

Планировалось строительство группы капитальных сооружений – довольно небольшой, но с заглубленной подземной частью и в непростых инженерно-геологических условиях.

Площадка располагалась на берегу заваленного мусором ручья, протекавшего через район старой застройки (рис. 6). Перепад высот от бровки до подошвы склона составлял около 10 м. До начала инженерно-геологических изысканий сложно было представить, какое количество разнообразного мусора было похоронено на берегах этого ручья (бывшей речушки), поскольку этот район начал застраиваться и заселяться более 200 лет назад. Но место это (на обочине транспортной магистрали) идеально подходило для размещения проектируемого сооружения.

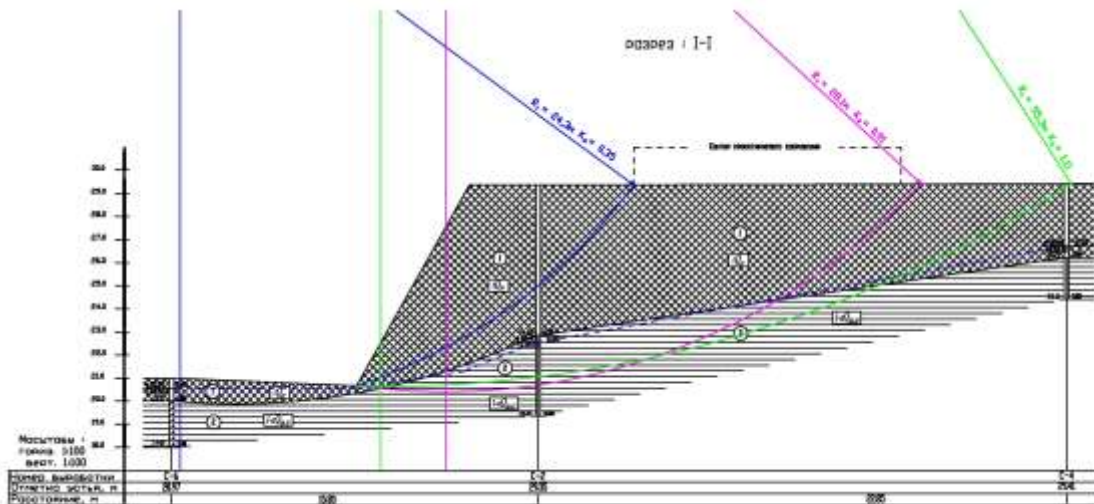


**Рис. 6.** Результаты топосъемки исследуемого участка. Цифрой 1 обозначена группа проектируемых сооружений; фиолетовыми линиями показаны границы ныне засыпанного русла ручья; стрелкой – направление течения; красными зубчатыми линиями – контуры ныне засыпанных бровок долины ручья; зелеными кружками – скважины; синей сплошной линией – профили для расчетов устойчивости склона

Бурение инженерно-геологических скважин глубиной до 10 м показало, что максимальная мощность насыпных грунтов (на бровке), накопленных за 2 века, достигает 7,5 м, распространены они от берега в сторону от ручья более чем на 25 м, а состав их так разнообразен, что мог бы впечатлить любого археолога. Подошва этих грунтов залегает под углом почти 45 град. к поверхности. Подстилаются они верхнечетвертично-современными озерно-аллювиальными отложениями, представленными глинами от тугопластичной до мягкопластичной консистенции с линзами текучепластичных и текучих глин.

Грунтовые воды в пределах исследуемого участка были вскрыты в толще насыпных грунтов на глубинах 2,6–6,5 м в верхней части площадки и на глубине 0,4 м в нижней (у подошвы склона). Уклон зеркала грунтовых вод – в сторону ручья. Относительным нижним водоупором для них являются тугопластичные разности глин. Разгрузка горизонта осуществляется по кровле озерно-аллювиальных глин.

В общем, инженерно-геологические условия (рис. 7) для запланированного строительства оказались не самыми подходящими.



**Рис. 7.** Инженерно-геологический профиль склона (разрез I–I)

По результатам лабораторных исследований и насыпные грунты, и подстилающие их озерно-аллювиальные отложения обладают чрезвычайно низкими прочностными и деформационными показателями, то есть являются слабыми грунтами. А насыпные грунты (в силу своего генезиса и неравномерной литификации) вообще характеризуются как «свалка грунтов и бытовых отходов глинистого состава» согласно п. 6.6.2. СП 22.13330.2011. При этом, как гласит п. 6.6.4. того же СП, «использование свалок бытовых отходов в качестве естественных оснований не допускается».

Согласно тому же документу период самоуплотнения свалок глинистого состава составляет 10–30 лет. Но, поскольку накопление мусора на исследуемом участке происходило хаотично, его толщу невозможно расчленить в хронологическом порядке на какие-то горизонты и выделить отложения 0–10-, 10–30-летней давности и более ранние, несмотря на ее значительный возраст в целом. Статическое зондирование показало практически полное отсутствие как лобового, так и бокового сопротивления в насыпных грунтах. Поэтому эта толща была охарактеризована как неслежавшийся грунт и не была рекомендована в качестве основания для проектируемого сооружения, тем более что подстилаются эти техногенные накопления слабыми озерно-аллювиальными отложениями, которые при испытаниях тоже продемонстрировали невысокие показатели.

Более того, расчет устойчивости склона без нагрузки показал, что вся площадка (до самой дальней от бровки границы), находится в оползнеопасной зоне. То есть без эффективных противооползневых мероприятий строительство здесь было невозможно.

После ознакомления с отчетом по инженерно-геологическим изысканиям проектировщики выдали заказчику «Рекомендации по строительству объекта...». Там было указано следующее:

«Насыпные грунты скорее всего следует отнести к слежавшимся, учитывая значительный возраст отсыпки.

Подземные воды зафиксированы на контакте насыпных грунтов и глин.

Откос в естественном залегании устойчив.

Для осуществления строительства на участке необходимо принять проектные решения, обеспечивающие сохранение сложившегося на участке равновесия:

- сооружения запроектировать на свайных фундаментах, исключив пригруз откоса и минимизировав возможность возникновения барражного эффекта, и одновременно снизить вероятность возникновения оползневого процесса через армирование свайными фундаментами толщи насыпных грунтов;

- основание откоса укрепить фильтрующей гравитационной подпорной стенкой, которая должна быть рассчитана на оползневое давление с учетом пригруза от большегрузного автотранспорта;

- площадка должна быть доизучена для получения адекватных показателей физико-механических свойств насыпных грунтов и глин».

Такие выводы и рекомендации проектировщиков шли вразрез с заключениями инженеров-геологов. В итоге разработанный на основе этих рекомендаций проект не прошел экспертизу и начались поиски альтернативных решений.

Прежде всего подверглись критике расчеты устойчивости откосов без нагрузки, выполненные изыскателями. У проектировщиков и заказчика была надежда отодвинуть границу оползнеопасной зоны и посадить относительно нетяжелое (8–10 т/кв. м) сооружение на фундаменты мелкого заложения на изначальном месте. Устойчивость склона была пересчитана разными методами, но результат остался прежним.

Тогда решили изменить вводные данные для расчета. Один эксперт, чуть ли не единственный «советский геотехник» в регионе, поставил под сомнение правомерность принятия удельного сцепления для техногенных насыпных грунтов равным нулю – «иначе склон давно бы сполз». Действительно, по результатам лабораторных исследований некоторых монолитов, отобранных из отдельных связных разностей, сцепление было ненулевым. Но ведь в других местах оно все-таки было очень близким к нулю! И, учитывая критическую анизотропность всех этих насыпных грунтов, выделенных как отдельный инженерно-геологический элемент, инженеры-геологи и рекомендовали принимать равным нулю значение удельного сцепления для этого ИГЭ. В итоге вариант с изменением вводных данных не прошел.

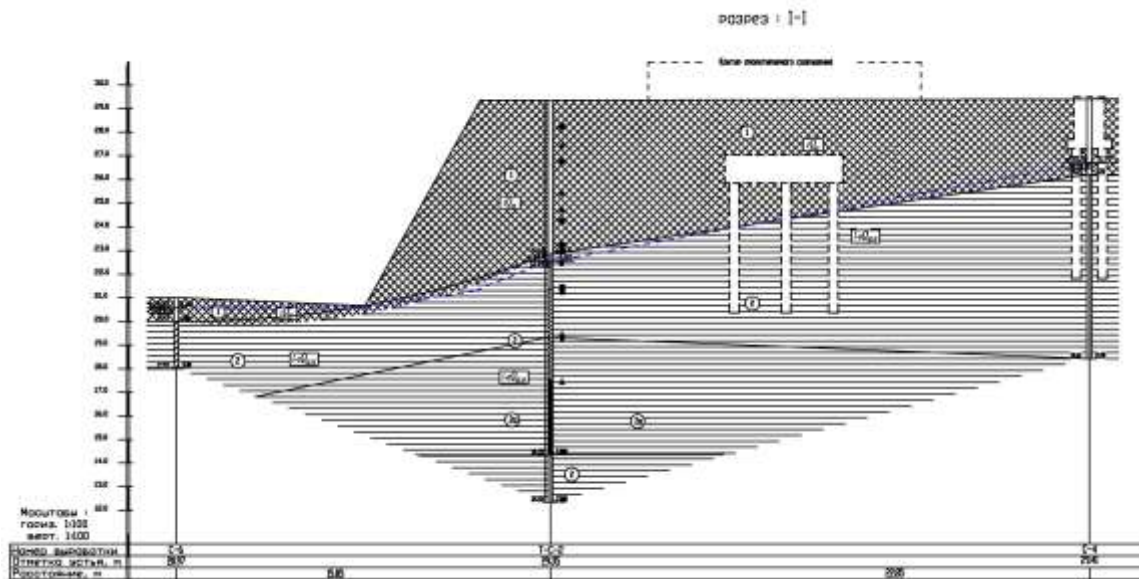
Как еще можно было выйти из сложившейся ситуации? Рассматривался вариант с террасированием склона для уменьшения сдвигающей нагрузки. Но, по результатам расчетов, это не принесло бы весомого результата. Да и для проектируемого сооружения не осталось бы места.

Вариант с контрбанкетом в нижней части склона тоже не прошел, так как требовал организационно сложных и затратных подготовительных работ.

Указанный в упомянутых выше рекомендациях проектировщиков вариант с фильтрующей гравитационной подпорной стенкой тоже отсеяли. Не прошли и варианты с буронабивными или забивными сваями.

В конце концов, когда все умудренные опытом проектировщики уже опустили руки, один молодой специалист из их проектной организации

предложил и рассчитал решение, которое заключалось в использовании грунтовых свай и плитного фундамента поверх них (рис. 8). В конце концов это решение было принято. Только для его успешной реализации требовались инженерно-геологические изыскания на более значительную глубину, что и было в скором времени выполнено. В итоге разработанный на основе данного решения проект успешно прошел экспертизу, сооружение было построено, заказчик был доволен, а проектная организация добавила себе в портфолио еще один сложный проект.



**Рис. 8.** Инженерно-геологический разрез I–I с грунтовыми сваями и подземной частью проектируемых сооружений

## Заключение

Результаты работ над вышеперечисленными объектами еще раз подчеркнули и без этого очевидные вещи (см. также [1, 2]).

1. Технологии строительства и проектирования за XX и начало XXI века настолько далеко шагнули вперед, что при достаточном финансировании можно построить практически что угодно и где угодно – были бы грамотные специалисты, способные решать такие задачи.

2. Пока в проектно-изыскательской и строительной сфере превалирует «подрядно-исполнительский» тип мышления и работа по схеме «сделал и забыл», а не партнерские взаимоотношения с работой всех сторон на общий результат, не будет устойчивого развития, а будет множество недостроенных и безрезультатно потраченных средств.

3. В частности, большой проблемой современных проектно-изыскательских работ в целом и инженерных изысканий в частности является отсутствие обратной связи в тандеме «изыскатель – проектировщик». Ведь зачастую контакт между этими двумя сторонами происходит максимум два раза – при получении технического задания и возникновении у изыскателя каких-то

вопросов по его содержанию и на этапе прохождения экспертизы. Для изыскателей даже бывает проблематичным получить сведения об окончательно принятых проектных решениях, чтобы самим осознать весомость своего вклада в процесс строительства и почувствовать ответственность за каждый сантиметр выданного разреза. И отдельная тема для разговора – это ограниченный уровень понимания проектировщиками свойств и поведения грунтов в различных условиях. Ведь в большинстве спорных ситуаций относительно грунтовых условий крайними пытаются выставить инженеров-геологов, хотя это далеко не всегда так.

### Список литературы

1. Изыскателям и проектировщикам нужны геотехники. Иначе BIM не поможет // Geoinfo.ru. 19.07.2018. URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/izyskatelyam-i-proektirovshchikam-nuzhny-geotekhniki-inache-bim-ne-pomozhet-38011.shtml>.
2. *Мирный А.Ю.* Откуда берутся геотехники? // Geoinfo.ru. 21.08.2019. URL: <https://www.geoinfo.ru/product/mirnyj-anatolij-yurevich/otkuda-berutsya-geotekhniki-41236.shtml>.
3. *Пономарев Д.А.* Из практики изыскателей. Часть 1. Как не разориться на изысканиях // Geoinfo.ru. 18.07.2019. URL: <https://www.geoinfo.ru/product/ponomarev-denis-andreevich/iz-praktiki-izyskatelej-chast-1-kak-ne-razoritsya-na-izyskaniyah-41114.shtml>.
4. *Пономарев Д.А.* Из практики изыскателей. Часть 2. Отдать полбюджета за фундамент или попытаться этого избежать? // Geoinfo.ru. 05.11.2019. URL: <https://www.geoinfo.ru/product/ponomarev-denis-andreevich/iz-praktiki-izyskatelej-chast-2-otdat-polbyudzheta-za-fundament-ili-popytatsya-ehotogo-izbezhat-41658.shtml>.