

## Особенности строительства на засыпанных оврагах в регионах Дальнего Востока



**Отличительная особенность южных районов Дальнего Востока – муссонный климат: здесь в теплый период года выпадает значительное количество осадков. Во время ливневых и затяжных дождей из года в год развиваются неблагоприятные эрозионные процессы, вызывающие размыв склоновых отложений, литологический состав которых благоприятствует размыву грунтов, что приводит к развитию и росту оврагов. Когда селитебная территория распространяется за пределы благоприятных для строительства участков, при определении новых площадок для застройки неизбежно начинается освоение участков со сложным рельефом, в том числе с уже сформированными оврагами.**

**Лунева Ольга Степановна**

Заместитель начальника Дальневосточного филиала Главгосэкспертизы России

**Васильев Александр Николаевич**

Заместитель начальника отдела строительных решений и инженерного обеспечения Дальневосточного филиала Главгосэкспертизы России

По проектной документации, представленной в разные годы на государственную экспертизу в Дальневосточный филиал Главгосэкспертизы России, можно проследить

основные принципы освоения подобных территорий. В частности, это происходило при застройке Хабаровска. Ряд микрорайонов, проектная документация которых была представлена на государственную экспертизу в 2005–2007 годах, уже построен и эксплуатируется, что является подтверждением надежности принятых конструктивных решений свайных фундаментов и инженерной защиты территорий (например, группа жилых домов с объектами соцкультбыта на улице Рабочий Городок и группа жилых домов с объектами соцкультбыта в переулке Холмском в Центральном районе Хабаровска). Фундаменты, как правило, принимались свайные забивные, так как основное назначение свай – это прорезка залегающих с поверхности слабых слоев грунта и передача действующей нагрузки на нижележащие слои грунта, которые обладают более высокими механическими показателями. Сваи по условиям взаимодействия с грунтовым основанием принимались, как правило, висячие, рассчитанные согласно СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». При этом в пользу устройства фундаментов на свайном основании говорит технико-экономическое сравнение с вариантом устройства других типов фундаментов на планомерно возведенной насыпи.

Также при устройстве фундаментов – как на планомерно возведенной насыпи, так и насыпных грунтах с неконтролируемыми показателями в сейсмических районах, – расчетную сейсмичность площадки строительства необходимо устанавливать по результатам сейсмического микрорайонирования после фактически выполненных мероприятий по устройству насыпи ввиду значительного влияния слоя насыпных грунтов на итоговые сейсмические свойства грунтов основания в тридцатиметровой толще, считая от планировочных отметок в соответствии с указаниями СП 14.13330.2014 «Свайные фундаменты».

В качестве основных методов инженерной защиты территорий применялись в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» организация отвода временных водотоков, срезка грунта и устройство планомерно возводимой насыпи с контролируемыми параметрами.

Так, в районе проектирования объекта «Группа жилых домов со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и подземными автостоянками по ул. Слободская – Шеронова в г. Хабаровске» (положительное заключение от 20.02.2007 №340/18-06) при подготовке проектной документации было выполнено исследование бассейна стока поверхностных вод. Проектом был предусмотрен комплексный водоотвод – открытыми лотками и закрытой ливневой канализацией. В геологическом строении площадка была представлена насыпными грунтами мощностью до 17 м с повсеместным распространением под слоем насыпных грунтов элювиальных минеральных грунтов (согласно классификации по ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация»).

В этих условиях были построены 24-этажные жилые дома с подвалами и подземными парковками. Для организации подземных объемов отметка ростверка была принята на уровне –7,60 м. Фундамент жилого дома – монолитная железобетонная плита на свайном основании. При этом сваи были приняты висячие, с прорезкой насыпных грунтов. В качестве основания свай были приняты коренные грунты – глины и суглинки полутвердой и тугопластичной консистенции. В процессе экспертизы были представлены расчеты несущей способности свай согласно СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». Расчетные значения подтверждены актами динамических испытаний свай.

Как указано в 4.3 СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты», при проектировании следует учитывать местные условия строительства, а также имеющийся опыт проектирования, строительства и эксплуатации сооружений в аналогичных инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических условиях. С учетом этого свайные фундаменты были применены проектными организациями в последующие годы и на других площадках в аналогичных и более сложных условиях.

Необходимо отметить, что теоретические основы расчетных методов, заложенные в СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты», в части расчетов забивных висячих свай сохранились и в положениях СП 24.13330.2011. Это касается определения несущей способности свай как по результатам расчетов, так и по результатам полевых испытаний. Поскольку несущая способность свай находится в прямой зависимости от уровня природного рельефа с учетом насыпи, расчетам фундаментов всегда предшествовали проектные работы по организации рельефа территории строительства. Они выполнялись на инженерно-топографических планах, полученных в составе инженерно-геодезических изысканий, обеспечивающих точное определение отметок существующего рельефа в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

Кроме того, на несущую способность свай влияет и степень водонасыщения грунтов. Обводнение насыпных грунтов различной плотности и консистенции приводит к развитию в верхних слоях грунтов временных водоносных слоев, так называемой «верховодки», и возникновению временных водотоков по дну оврагов, сформированных процессами струйчатой эрозии. К зонам распространения подземных вод, как правило, приурочены линзы и прослойки суглинков пластичной консистенции, не являющиеся надежным основанием для свайных фундаментов.

\*\*\*

Отдельно необходимо отметить требования по учету отрицательного (негативного) трения грунта на боковой поверхности свай, возникающего при осадке околосвайного грунта. Это происходит в случаях, предусмотренных требованиями СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты», в том числе при возведении зданий и сооружений на несележавшихся насыпных грунтах.

Поэтому важной комплексной задачей при проектировании (и этой задаче уделяется повышенное внимание экспертов) является правильная организация рельефа, отвод поверхностных вод и регулирование сформированных по дну оврагов водотоков. В качестве примера освоения площадки со сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями можно привести решения по размещению комплекса зданий и сооружений двух этапов объекта «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточная государственная академия физической культуры», г. Хабаровск. Дальневосточный учебно-спортивный центр подготовки», проектная документация которых была представлена на первичную и повторную экспертизу в Дальневосточный филиал Главгосэкспертизы России в 2017–2019 годах.

Природный рельеф участка проектируемого строительства был значительно изменен при разработке на протяжении длительного времени карьеров, представляющих собой цепь сообщающихся между собой водоемов. В 1998–2010 годах в связи с интенсивной застройкой в северной части участка происходила «отсыпка» территории, высота насыпи здесь достигает 10–12 м. Возведение насыпи и планировочные работы привели к подпору и затруднению стока поверхностных вод к оврагу. В результате длительного техногенного

влияния на геологическую среду на участке сформировался техногенный пересеченный рельеф, состоящий из высоких насыпей и выемок. Разность отметок достигала 19–23 м. Согласно результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий, гидрографическая сеть участка представлена безымянным ручьем, который является правым притоком протоки Амурской. Ручей протекает по оврагу глубиной до 10–12 м. Наличие на участке гидравлически связанных между собой водоемов требовало принятия проектных решений по водоотведению и осушению территории.

Инженерная подготовка территории состояла в отводе скопившихся дождевых вод из водоемов, замене заиленных грунтов, а также в увеличении пригодной для застройки площади. Это делалось за счет срезки грунта с западной стороны и размещения бровки откоса по границе участка с укреплением склона. Для защиты территории от поверхностных вод с нагорной стороны вдоль бровки и вдоль подошвы откоса запланировано устройство перехватывающих водоотводных лотков.

В состав конструкций, обеспечивающих водоотвод и защиту территории от подтопления, включены:

- канал для пропуска ручья без названия вдоль территории строительства;
- канал для отвода воды с прилегающих пониженных территорий с северо-западной стороны в русло ручья без названия.

Ручей направляется по водоотводному каналу трапецеидального сечения шириной по дну 3,0 м и протяженностью около 250 м, размещенному в границах участка первого этапа, и 358 м – в границах участка второго этапа. На участках пересечения каналов с проездом и инженерными коммуникациями в каналах устраиваются водопропускные металлические гофрированные трубы. Укрепление откосов и русла выпуска труб предусмотрено габионными матрасами с обратным фильтром из геотекстиля.

\*\*\*

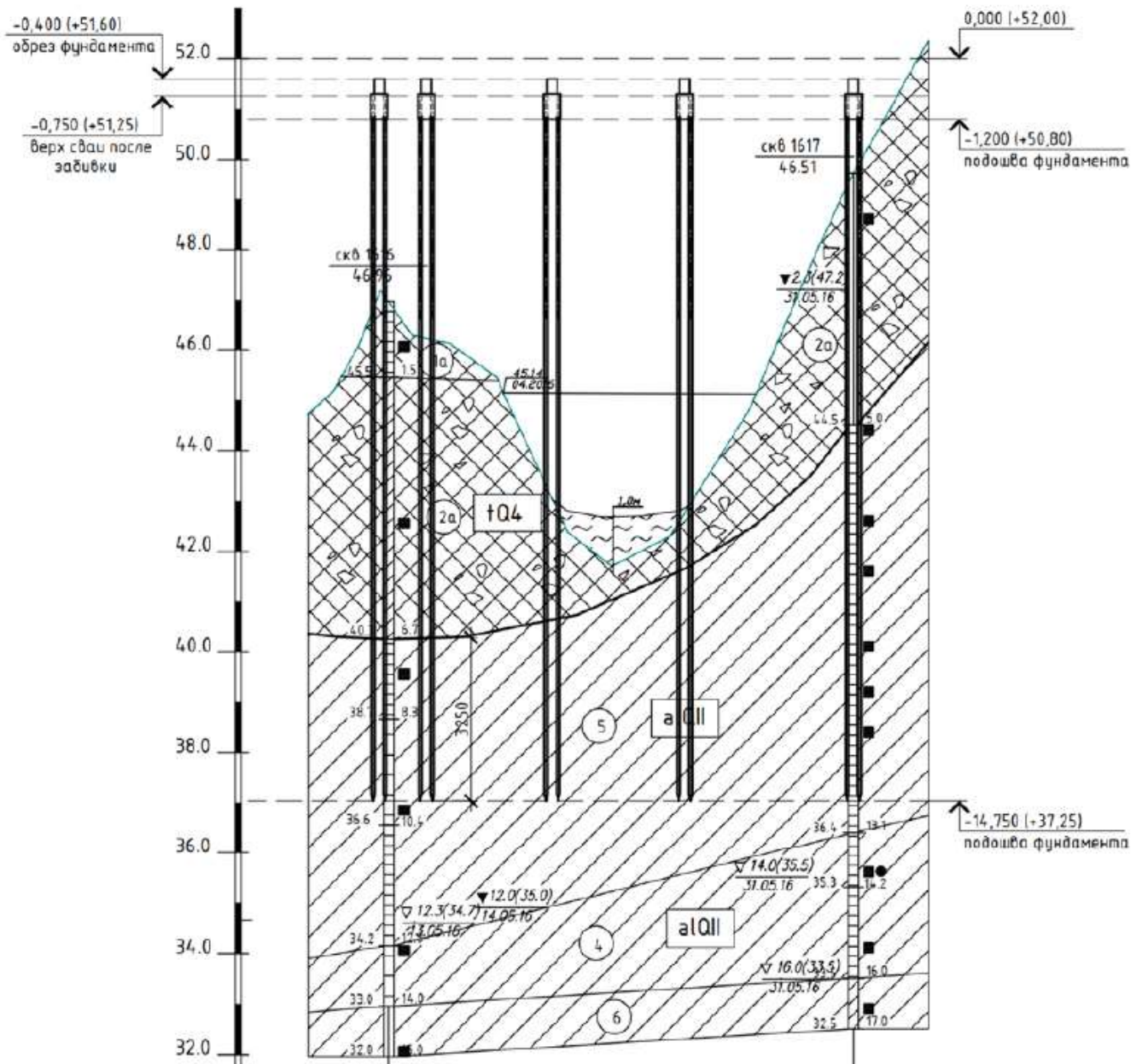
По замечаниям экспертов по направлению «Схема планировочной организации земельного участка» были обоснованы решения по инженерной защите зданий и сооружений от поверхностных и грунтовых вод. Также были представлены расчеты устойчивости откоса выемки, примыкающего к юго-западной границе земельного участка, и откоса вдоль изменяемого русла ручья, представлены решения по укреплению откосов.

Согласно результатам инженерно-геологических изысканий, основанием свайных фундаментов служат аллювиально-озерные отложения, представленные суглинком твердым, легким пылеватым. По способу заглубления сваи под шести-семиэтажные здания гостиницы и учебно-лабораторного корпуса приняты забивные различной длины, по условиям взаимодействия с грунтом – висячие.

\*\*\*

В процессе государственной экспертизы в проектной документации были выявлены решения, которые в случае их реализации могли привести к риску возникновения аварийных ситуаций, а также к риску деформаций и обрушения конструкций. Данные решения были приведены в соответствие требованиям технических регламентов. Так, по замечаниям эксперта по разделу «Конструктивные решения» были откорректированы решения по устройству свай на основании расчетов согласно СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты». Длина свай была увеличена. Кроме того, проектом предусмотрены динамические испытания несущей способности свай до начала массовой

забивки (согласно п. 7.3.1. СП 24.13330.2011, пункт включен в доказательную базу технического регламента (Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденного Постановлением Правительства России от 26.12.2014 № 1521)).



**Рис. 1.** Свайные фундаменты в овраге

Необходимость комплексного подхода при проектировании фундаментов и мероприятий по инженерной подготовке возникла также при размещении группы зданий на территории, подверженной оврагообразованию, в г. Большой Камень Приморского края на объекте «Жилые дома на 428 квартир в микрорайоне «Шестой», 2 очередь».

Естественный рельеф на территории площадки проектируемой застройки был изменен эрозионными процессами с формированием оврага шириной 50–70 м и техногенно изменен планировочными работами по отсыпке и ликвидации оврага. На момент обследования в овраге наблюдался ручей шириной до 1,8 м и глубиной 0,3 м. Сток воды ручья выведен с территории площадки через металлическую трубу под проездом. При планировочных работах вертикальная планировка была принята сплошная, частично в насыпи до 3,7 м, частично в выемке до 3,5 м. Перепады рельефа сопряжены откосами крутизной от 1:1,5 до 1:3.

Для исключения затопления территории строительства паводковыми водами, по замечаниям экспертов, были предусмотрены решения по защите территории от подтопления поверхностными стоками с верховой стороны и зарегулированию временного водотока. Зарегулирование русла ручья без названия, протекающего по территории застройки по дну оврага, выполнено путем устройства коллектора Ду 1400 мм. В начале трассы коллектора предусмотрено устройство входного оголовка из коробчатых габионов, заполненных каменным материалом. Откосы канала перед входным оголовком крепятся каменной наброской.

Отвод поверхностных стоков при перехвате воды с вышележащих территорий на границе участка выполняется открытыми железобетонными лотками и далее направляется в проектируемый коллектор. Сбор поверхностного стока с территории с твердыми покрытиями и дренажных стоков от зданий и сооружений предусмотрен проектируемой закрытой сетью ливневой канализации. Решения по отводу ливневых стоков были откорректированы по замечаниям экспертов по направлениям «Водоснабжение и водоотведение» и «Гидротехнические сооружения».

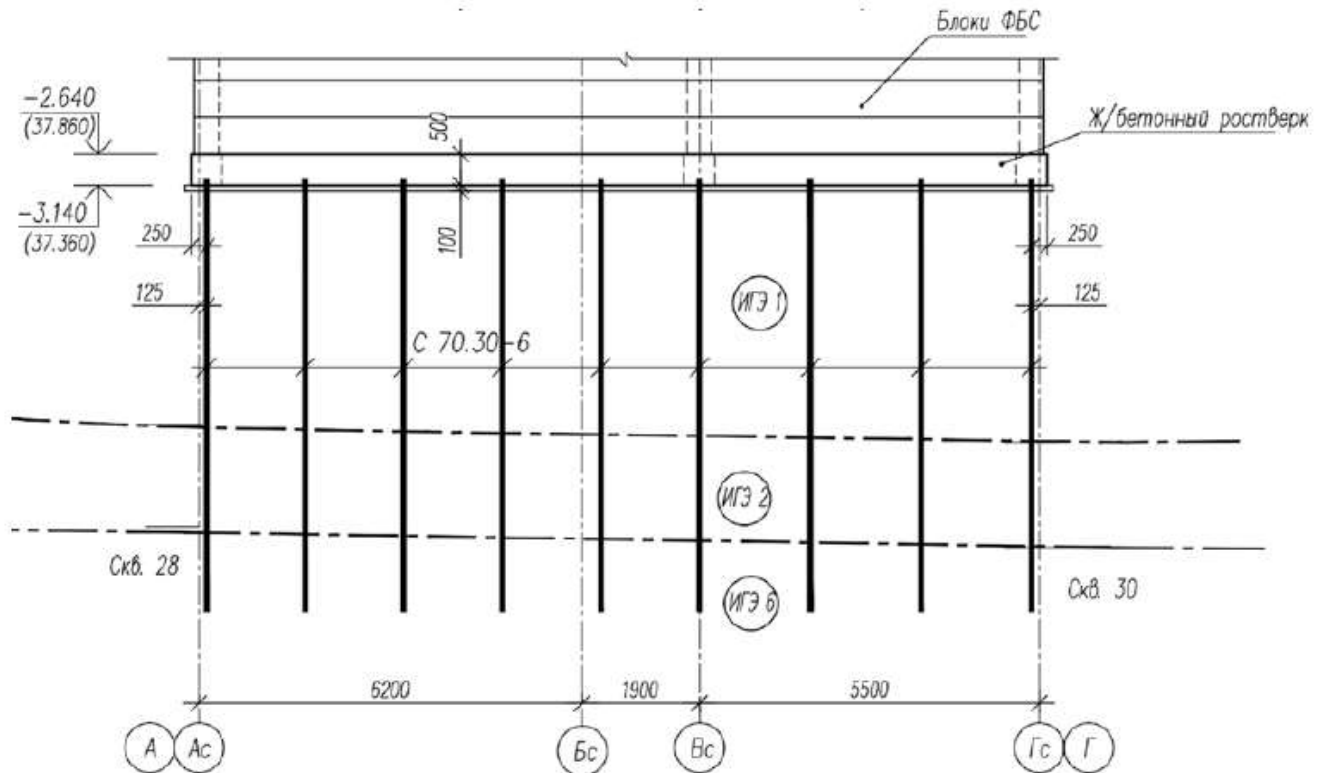


**Рис. 2.** Рельеф застройки г. Большой Камень

В сводном инженерно-геологическом разрезе площадки до глубины 10–20 м принимают участие с поверхности техногенный насыпной грунт, представленный смесью щебня, глыб, суглинка, супеси и отходов, местами несслежавшийся, далее суглинка и супеси, прослой щебенистого грунта, в основании разреза залегают песчаники и алевролиты малопрочные.

Для части зданий, в основании фундаментов которых достаточно близко к поверхности залегают песчаники и алевролиты малопрочные, были предусмотрены решения по замене элювиальных суглинков и супесей, которые в естественном залегании обладали достаточными прочностными и деформационными свойствами, но существенно изменили свои характеристики в открытых котлованах при их неоднократном замачивании, высыхании и промерзании, а также в связи с их дальнейшим выветриванием. В качестве основания фундаментов было принято искусственное основание из крупнообломочного грунта с контролем показателей штамповыми испытаниями в соответствии с требованиями

СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Фундаменты на искусственном основании – ленточные из сборных железобетонных плит типа ФЛ по ГОСТ 13580-85 по слою щебеночной подготовки.



Условные обозначения:

- ИГЭ 1 – Насыпной грунт
- ИГЭ 2 – Суглинок полутвердый тугопластичный
- ИГЭ 3 – Супесь щебенистая, твердая
- ИГЭ 4 – Щебенистый грунт с супесчано – суглинистым заполнителем
- ИГЭ 5 – Песчаники и алевролиты очень низкой прочности
- ИГЭ 6 – Песчаники и алевролиты малопрочные

**Рис. 3.** Проектные решения фундамента на свайном основании на насыпном грунте, представленном механической смесью щебня, глыб, суглинка, супеси, отходов строительного производства и бытовых отходов

Для большинства зданий микрорайона были применены свайные фундаменты с ленточными ростверками. Для отдельных свай, количество которых определялось согласно п. 7.3.1. СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты», в проектной документации предусмотрены динамические испытания.

\*\*\*

По замечаниям эксперта по направлению «Конструктивные решения» были представлены расчеты свайных фундаментов жилых зданий, обосновывающие принятые решения об устройстве свай-стоек с опиранием на песчаники и алевролиты малопрочные. Также выполнена оценка геотехнического прогноза влияния строительства зданий микрорайона



на состояние окружающего грунтового массива, в том числе оснований сооружений окружающей застройки на соответствие требованиям СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Проектные решения фундамента на свайном основании на насыпном грунте, представленном механической смесью щебня, глыб, суглинка, супеси, отходов строительного производства и бытовых отходов.

\*\*\*

Перечисленные примеры освоения территорий показывают, что обеспечение в процессе экспертизы безопасности зданий и сооружений, расположенных в сложных инженерно-геологических и гидрологических условиях, – это комплексная задача. Качественная оценка проектных решений может быть выполнена только при подходе, который обеспечивается командной работой экспертов различных направлений деятельности. Результатами такой работы становятся проектная документация и результаты инженерных изысканий, откорректированные по требованиям экспертизы и обеспечивающие необходимый уровень надежности и безопасности объектов капитального строительства, который устанавливается современными нормами.

*Данная статья из журнала «Вестник государственной экспертизы» (№4/2019) публикуется в рамках информационного сотрудничества журнала «ГеоИнфо» и Главгосэкспертизы России.*

*С 2019 года «Вестник» доступен только по подписке. Получить всю подробную информацию и подписаться на журнал «Вестник государственной экспертизы» можно [ЗДЕСЬ](#).*