

МИНИМАЛИСТСКИЙ ПОДХОД К ИЗЫСКАНИЯМ – ИСТОЧНИК ФИНАНСОВОГО РИСКА. ИЗ ОПЫТА АВСТРАЛИИ



Продолжая обсуждение связи между стоимостью инженерных изысканий и итоговыми затратами на строительство, вновь обратимся к зарубежному опыту – на этот раз к публикациям австралийских авторов.

Недвижимость в Австралии дорогая, что закономерно для стран с высоким уровнем жизни. Доходы строительной отрасли составляют несколько десятков миллиардов австралийских долларов в год и постоянно растут. Поэтому австралийские исследователи в последнее десятилетие особенно активно занимаются изучением экономической эффективности возведения зданий и сооружений, в том числе влияния масштабов и стоимости инженерных изысканий на итоговые затраты по проектам.

Аналитическая служба

Без достаточных и качественных результатов инженерных изысканий шансы уложиться в установленные сроки и бюджет строительства очень невелики. Для возможности управлять соответствующими рисками прежде всего необходимо понимание неопределенности грунтовых условий. Однако снизить эту неопределенность до минимально возможного уровня почти всегда мешают сжатые сроки и недостаточное

финансирование изысканий. Следовательно, необходимо вновь и вновь напоминать об этом заказчиком.

Продолжая обсуждение данной темы, обратимся к опыту строительной отрасли Австралии – по-своему уникальному.

Австралия – необычная, но высокоразвитая страна с достаточно законопослушным населением. Ее привлекательность заключается не только в уникальной природе и своеобразном климате, но и в повышенной благоустроенности городов (Канберры, Сиднея, Мельбурна, Аделаиды и др.), где есть и исторические достопримечательности, и современные высотные здания, и живописные парки, и пригороды с уютными одноэтажными домами и таунхаусами. Многие переселенцы из России, живущие в Австралии, отмечают высокую стабильность жизни в этой стране, где можно уверенно планировать свою жизнь на десять лет вперед – вклады не пропадут, выплаты не задержатся. Это не могло не сказаться и на достаточно благополучном развитии строительной отрасли [1].



Рис. 1. Сидней, Австралия (<https://sogdianatur.ru/assets/images/Foto/Avstralia/sydney.jpg>)

Интеграция Австралии в общее тихоокеанское экономическое пространство привела к открытости страны для иностранных инвестиций из Японии, Сингапура, Южной Кореи и Китая, что также очень благоприятно отразилось на строительстве. Недвижимость в Австралии дорогая, что закономерно для стран с высоким уровнем жизни. Доходы строительной отрасли составляют несколько десятков миллиардов австралийских долларов в год и постоянно растут. Поэтому австралийские исследователи в последнее десятилетие особенно активно занимаются изучением экономической эффективности возведения зданий и сооружений, в том числе влияния масштабов и стоимости инженерных изысканий на итоговые затраты по проектам. Начался также пересмотр системы

государственного управления отраслью и строительных кодексов с тем, чтобы нацелить их на экономически и экологически устойчивое проектирование и строительство [2].

В Австралии особенно ценится порядок во всем, поэтому там не так часто происходят аварии при строительстве и эксплуатации объектов, как, например, в России. Однако и эта страна не застрахована от тяжелых отрицательных последствий некачественного или неполного изучения грунтовых оснований.

Так, известна серьезная авария во время строительства двойного автодорожного тоннеля Лейн-Коув в Сиднее длиной 3,1 км, подробно описанная в статье Ш. Воллиса на веб-сайте TunnelTalk [3]. Ночью 2 ноября 2005 года произошло обрушение в месте сочленения вентиляционной шахты и вспомогательного тоннеля для выезда на автомагистраль Пасифик. В результате сверху образовалась яма диаметром 8 – 9 м и глубиной более 10 м, в которую начали заваливаться подпорная стенка выезда из тоннеля и угол жилого дома. К счастью, человеческих жертв не было, так как строившие тоннель рабочие и жильцы аварийного здания были вовремя эвакуированы.



Рис. 2. Юго-западный угол жилого дома, поврежденный в результате обрушения автодорожного тоннеля Лейн-Коув в ноябре 2005 года (<https://www.tunneltalk.com/Lane-Cove-collapse.php>)

При исследовании выяснилось, что сплошность и без того слабых и трещиноватых глинистых сланцев в месте аварии нарушала диагонально (почти вертикально) пересекавшая их долеритовая дайка мощностью 0,6 – 0,7 м, которая также была сильно разрушенной. Эта дайка не была выявлена при инженерных изысканиях, выполненных перед проектированием тоннеля. Более того, когда ее обнаружили при строительстве предыдущих участков подземного сооружения, не стали проводить дополнительные исследования и вносить изменения в проект, поскольку слишком торопились завершить

работы раньше установленного срока. Были и другие недостатки результатов инженерных изысканий и строительного процесса.

В итоге проект и технологии проходки и крепления тоннеля не соответствовали геологическим условиям на данном участке. Обрушению способствовало множество факторов: близость выемки грунта к поверхности (12 – 13 м), слабые вмещающие породы (особенно вблизи поверхности), их пересечение малопрочной дайкой, слишком широкий пролет в месте указанного соединения тоннеля и вентиляционной шахты (21 – 22 м), большое количество грунтовых вод, недостаточный запас прочности системы крепления тоннеля и пр.

И все же на основе двух толстых отчетов по причинам аварии вполне можно было сделать основной вывод: результаты инженерных изысканий были неадекватны геологическим условиям, поэтому на их основе был разработан проект с недостаточным запасом прочности (по крайней мере для того места, в котором произошло обрушение).

В результате были понесены большие убытки: пришлось заливать бетоном образовавшуюся яму (вместе с оставшейся в ней строительной техникой), создавать перед ней поддерживающую стену из буронабивных свай, проводить тщательное исследование причин аварии, вносить изменения в проект, строить тоннель в обход места обрушения, создавать новый выезд из него и новую вентиляционную шахту, усиливать и ремонтировать поврежденный жилой дом, оплачивать другое место пребывания его жильцов во время ремонта, выкупать квартиры у тех из них, кто не пожелал вернуться. А ведь на контракт и без того планировалось затратить 1,1 млрд австралийских долларов!



Рис. 3. В построенном автодорожном тоннеле Лейн-Коув (Сидней)
(https://en.wikipedia.org/wiki/Lane_Cove_Tunnel)

Интересно, что, судя по доступным источникам, именно австралийские ученые наиболее активно проводят исследования связи между стоимостью инженерных изысканий и итоговыми затратами на строительные проекты. Далее в данной заметке хотелось бы рассмотреть статью профессора факультета гражданского строительства и охраны окружающей среды Университета Аделаиды М.Б. Джаксы «Геотехнический риск и неадекватные инженерные изыскания: исследование на конкретном примере» [4]. В своей статье М.Б. Джакса проанализировал изыскания (и последствия их результатов), проведенные в конце 1990-х годов в новой части кампуса Университета Аделаиды для строительства пятиэтажного здания факультета технических, компьютерных и математических наук и шестиэтажного здания факультета естественных наук с общим бюджетом 24 млн австралийских долларов.



Рис. 4. На территории кампуса Университета Аделаиды
(<http://www.adelaide.edu.au/masterplan/images/large-north-tce-street-view.jpg>)

Исследуемая площадка находилась в пределах погребенной палеодолины реки Торренс. Самый верхний слой слагавшего данный участок грунта, известный как аллювий Торренса, состоял из гравия с песком, перекрытого переслаивающимися пылеватыми грунтами и глинами. Это грунтовое основание имело гораздо большую пространственную изменчивость, чем отложения в других местах центрального делового района Аделаиды. Поэтому для изысканий на данной площадке было необходимо более детальное выполнение пробпоиска и испытаний, чем для других типичных мест города. Но этого не произошло, несмотря даже на то, что тендер на изыскания выиграл подрядчик, предложивший наиболее детальные и дорогостоящие (0,04% от общего бюджета проекта) исследования из трех участников.

Стоимость, состав и объемы выполненных исследований вроде бы соответствовали стандартной практике изысканий в Южной Австралии, но, как показали дальнейшие события, были недостаточными для изменчивых грунтовых условий рассматриваемой площадки.

Изыскания на участке строительства двух указанных зданий включали проходку ряда глубоких и мелких скважин, выполнение динамического (SPT) и статического (CPT) зондирования на разной глубине, гидрогеологический мониторинг, трехосные испытания по неконсолидированно-недренированной схеме, эквивалентное определение несущей способности грунта калифорнийским методом (CBR), испытания грунта на усадку-набухание; химический анализ грунтовых вод. Места расположения скважин определялись в том числе в зависимости от близости соседних зданий.

В отчете по выполненным исследованиям были представлены модели грунтовых оснований двух проектируемых объектов. При этом было рекомендовано использовать для строительства фундамента либо забивные сваи, либо набивные железобетонные сваи с уширенной пятой, либо винтовые сваи Atlas.

Сметная стоимость предварительного проекта здания технического факультета не уложилась в бюджет. Поэтому было решено уменьшить его масштабы с удалением компьютерных помещений нижнего уровня, переносом пятна застройки примерно на 20 м и полным изменением планировки и технических условий внутреннего пространства. При этом, несмотря на рекомендацию изыскателей не использовать их отчет при изменении изначально предлагавшегося проекта, никакие дополнительные исследования проведены не были. Были только запрошены некоторые информационные советы от консультанта по геотехнике, но они не включали обзор предложенной свайной системы.

Из-за близости проектируемого здания к уже построенным было решено не применять забивку свай (которая могла вызвать чрезмерные вибрации грунта), а устраивать буронабивные сваи, причем на основе данных первоначального отчета по изысканиям. Однако нагрузочные испытания этих свай показали их неприемлемо большие осадки. Тогда были выполнены дополнительные изыскания в точках, где бурение ранее не производилось. Выяснилось, что инженерно-геологические свойства грунтов основания в этих местах несколько отличались от выявленных при первом исследовании. Поэтому снова пришлось переоценивать тип фундамента. В результате была использована фундаментная система из так называемых G-свай, до этого не применявшихся в Австралии. Готовые железобетонные сваи заводского изготовления погружались в грунт с помощью специальной сваедавливающей установки с гидравлическим механизмом. Финансовым последствием внесения изменений в проект фундаментной системы здания технического факультета был перерасход примерно в 170 000 австралийских долларов (2,4% от бюджета строительства этого здания). При этом время строительства было продлено на несколько недель, что вызвало неудобства для университета.

Среди основных причин возникновения проблем, связанных со свайным фундаментом, М.Б. Джакса назвал:

- минималистский подход к изысканиям и испытаниям, который, хотя и совпадал со стандартной практикой Южной Австралии, оказался неприемлемым для грунтового основания с высокой изменчивостью;
- отсутствие дополнительных изысканий и неиспользование детальных консультаций специалиста по геотехнике (инженерной геологии) после изменения первоначального проекта и места расположения здания.

При этом автор отметил, что указанные факторы характерны для очень многих строительных проектов. Он указал, что из рассмотренного материала можно извлечь следующие уроки.

Грунт является чрезвычайно изменчивым и, следовательно, неопределенным материалом, с чем связаны риски возникновения финансовых и временных потерь. Эти риски значительно увеличиваются, если свойства грунтов основания недостаточно хорошо и полно установлены. В каждом конкретном случае должны определяться приемлемые масштабы и стоимость изысканий, а также достаточные сроки их выполнения. При этом в государственном стандарте должны быть указаны минимально допустимые уровни изысканий.

Кроме того, необходимо высокое качество результатов изысканий и их интерпретации. В составленных по ним отчетах должна быть сведена к минимуму любая неоднозначность, а для привлечения внимания проектной команды и заказчика должны быть особо выделены ключевые аспекты.

При этом на консультанта по геотехнике (инженерной геологии) должна возлагаться обязанность информировать проектную команду и заказчика о рисках, связанных с минималистским подходом к изысканиям на площадке будущего строительства. Этот специалист должен быть задействован в работах по проекту на протяжении всех его этапов (изысканий, предварительного проектирования, детального проектирования, строительства, мониторинга после окончания строительных работ).

М.Б. Джакса порекомендовал проводить изыскания в два этапа, то есть сначала выполнять предварительные исследования, а затем – детальные. Такой подход позволил бы избежать проектирования с избыточным или, наоборот, недостаточным запасом прочности и соответствующих задержек и перерасходов. Автор также рекомендовал четко указывать степень неопределенности грунтовых условий (например, в виде доверительных пределов), что позволило бы надлежащим образом учитывать ее при проектировании. Интересно отметить, что австралийский профессор М.Б. Джакса, как и многие другие изыскатели, приводит в конце своей статьи известную фразу из отчета британского Института гражданских инженеров [5], уже рассмотренного нами в одной из статей [6]: **«Вы платите за изыскания независимо от того, проводите вы их или нет».**

Список литературы

1. <http://vavstraliu.ru/nedostatki-avstralii>; <http://allianceau.com/advant.shtml>; <https://imjuli-au.livejournal.com/80103.html>; <http://domchel.ru/text/house/103599162249216.html>; <https://www.ua-au.net>.
2. <https://offshorewealth.info/offshore-investments-abroad/construction-development-in-australia-smart-beneficial/>; <http://plus-one.ru/blog/community/issledovanie-gorodam-budushchego-potrebuyutsya-novye-standarty-stroitelstva>.
3. Wallis Sh. Lane Cove collapse investigations // Tunnel Talk website. Direct by design. Feb 2007. <https://www.tunneltalk.com/Lane-Cove-collapse.php>.
4. Jaksa M.B. Geotechnical risk and inadequate site investigations: a case study // Geomechanics. 2000. Vol. 35. № 2.
5. Institution of Civil Engineers (1991). Inadequate Site Investigation, Thomas Telford, London, 26 pp.
6. Инвестор платит за изыскания независимо от того, проводятся они или нет // ГеоИнфо. 29 января 2018 г. <http://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba->

[geoinfo/investor-platit-za-izyskaniya-nezavisimo-ot-togo-provodyatsya-oni-ili-net-36734.shtml#001.](http://geoinfo/investor-platit-za-izyskaniya-nezavisimo-ot-togo-provodyatsya-oni-ili-net-36734.shtml#001)