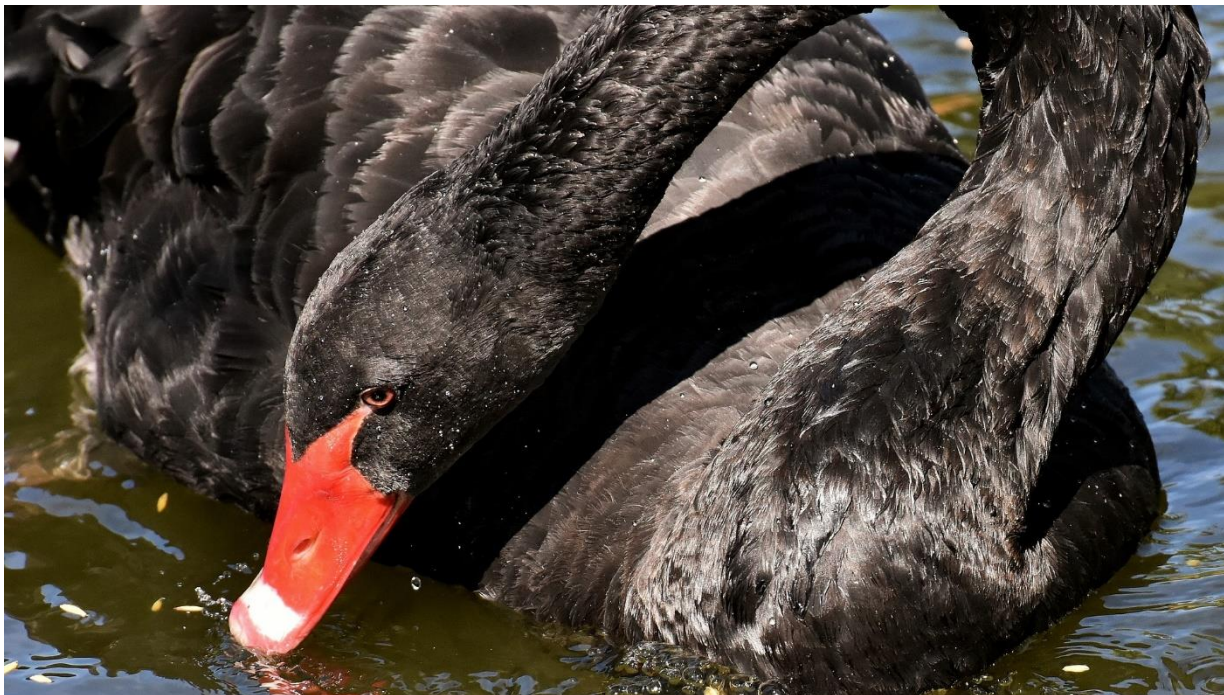


Инженерная геология и Чёрные лебеди. Часть 2. Реальность Крайнестана



Насколько точна инженерно-геологическая наука, уверены ли инженеры в принимаемых ими решениях? Могут ли они на самом деле гарантировать долговременную надежность сооружений? Или же инженеры-геологи на самом деле являются лишь рабами различного рода проектов и планов? Тогда насколько опасно невнимание к зонам неопределенности, находящимся за рамками проектов, как опасно не задумываться над возможностью событий за рамками наших планов? Михаил Захаров попытался взглянуть на инженерную геологию и развитие строительной отрасли сквозь призму труда философа Нассима Талеба «Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости». Сегодня публикуем вторую часть размышлений.

Захаров Михаил Сергеевич

Профессор Национального открытого института, Санкт-Петербург, канд. геолого-минерал. наук, почётный изыскатель РФ

Тaleb, несомненно, прав, утверждая, что такая база обучения и подготовки специалистов не приспособлена к тому, чтобы изучать и оценивать сложные системы и нелинейные зависимости, господствующие в окружающем нас мире. Инженеры-геологи, находясь на стыке естественных и технических наук, особенно остро чувствуют этот диссонанс. Работая в условиях Среднестана, инженеры-геологи постоянно сталкиваются с проблемой Черных лебедей, т.е. событий, которые характеризуются непредсказуемостью, наличием серьезных последствий и лишь возможностью ретроспективных объяснений в рамках научных абстракций. Нормативными документами от инженеров-геологов требуется не только оценивать текущее состояние геологической среды проектируемых сооружений, но и давать прогноз изменений, возникающих после возведения проектируемых объектов. Никто не спрашивает, могут ли инженер-геологи делать такие прогнозы. Поэтому в технических отчетах по изысканиям так называемые прогнозы не идут далее очевидных банальностей

типа «встреченные глинистые разности грунтов тиксотропны» или «уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям», или «возможны деформации оснований, связанные с морозным пучением», или «происходит активизация оползней после затяжных дождей» и т. д. В отношении таких сооружений как Бурдж Халифа прогнозы, конечно, более совершенны и подтверждаются соответствующими инженерными расчетами, однако проблема Черных лебедей и для них не снимается с повестки дня.

Большой интерес представляет рассмотрение проблемы Черных лебедей в разделе инженерной геологии, получившей название инженерной геодинамики, где главные задачи связываются с разработкой методов управления природными геодинамическими процессами, как на локальном, так и региональном уровнях. Конечно, прогноз в отношении строительства и изменений геологической среды весьма желателен, но для полноценного управления, прежде всего, необходимо выйти за пределы традиционного мировоззрения, выстраивая и оценку, и прогноз инженерно-геологических условий на предельно широкой базе данных многих смежных областей знаний, проанализированных в совокупности под углом эмпиризма и скептицизма по отношению к ранее достигнутым обобщениям. Здесь нужна широчайшая эрудиция. Учёность без эрудиции ведёт к катастрофам. В таких прогнозах различные расчётные методы и модели играют далеко не первую роль, тем более формальное применение статистических методов. Таким образом, инженерная геодинамика выпадает из традиционной методологической платформы Среднестана, где средние оценки статистических выборок и гауссовские распределения параметров превращены в фетиш, хотя осреднение и шаблонизация геодинамических событий не раз приводили к катастрофам.

Например, фукусимская катастрофа 2011 была обусловлена тем, что защитные дамбы комплекса АЭС со стороны океана были рассчитаны по средним оценкам высоты волн цунами в 6 м, а после подводного землетрясения силой более 9 магнитуд по шкале Рихтера пришла волна высотой более 10 м, которая затопила нижний технологический ярус комплекса, где были расположены насосы охлаждающей системы. Без охлаждения ядерные реакторы пошли в разнос со всеми вытекающими последствиями.

Однако, вряд ли следует рассматривать геодинамику как «гнездо» непредсказуемых Черных лебедей. Много в этой области человеческого знания понятно на уровне рассмотрения коротких причинно-следственных связей. «Чернолебединые» последствия геодинамических событий часто вытекают из ошибочных оценок текущих событий и принятых решений. Особенно опасными становятся прогнозы будущего. Для Среднестана это довольно типичная ситуация. Талеб подчёркивает, что в подвижной среде будущее тонет в тумане неопределённости, вытекающей из ограничений эпистемологического поля нашего разума. Однако, не следует упрощать «фукусимскую» трагедию банальным инженерным просчётом. Масштаб упомянутой катастрофы связан с целым рядом обстоятельств более сложного характера, в частности, с игнорированием имеющегося опыта хозяйственного освоения цунамиопасных зон побережья Мирового океана, а также с некоторыми особенностями социального устройства общества, где управляющая бюрократия использует в свою пользу сложившуюся после катастрофы ситуацию и пытается снять с себя ответственность за природные или природно-техногенные катаклизмы. В Среднестане оценка опасности редких событий «зажата» рамками традиционной диалектики и наблюдаемых причинно-следственных связей, объединённых в рамках системного подхода к выделенному объекту изучения. Талеб подчёркивает наше неумение работать со сложными природно-техногенными системами. Выделяя из окружающего мира сложные системы («системодеятельностный подход», по Г.П. Щедровицкому), мы погружаемся в совсем другую реальность, которую Талеб называет Крайнестаном. Здесь структура самого

пространственно-временного континуума имеет стохастический характер, а различные переменные влияют друг на друга. Среднестатистические оценки могут быть легко опровергнуты одним-единственным наблюдением. По Талебу, в сложных системах существуют перекрещивающиеся – вертикальные, горизонтальные и диагональные – связи между элементами, которые принципиально блокируют создание человеком более или менее достоверного прогноза. Кроме того, сам системный подход опирается на убеждение в возможности преодоления сложности мироустройства с помощью «среднестанских» методик наблюдения и обобщения, в основе которых лежит поголовная математизация и моделирование.

Однако, в отношении эндогенных сил Земли проблема индуктивных обобщений имеющихся наблюдений и дедуктивных построений более высокого уровня не разрешена до сих пор. Например, господствующая теория тектоники плит хороша для логического объяснения изменений структуры планеты в разрезе воображаемого геологического времени, но эта теория не может предсказывать, как будут развиваться геотектонические события на короткую перспективу. В связи с этим обстоятельством, принятие ответственных решений в области строительства поневоле превращается в метод проб и ошибок, а для предсказания природных катастроф, вероятности трагедии и масштаба последствий нужен не просто опытный специалист, а исследователь (эмпирик и скептик), постоянно анализирующий нестандартность масштабных отклонений от наблюдаемых трендов. Многократно возрастает опасность принятия неадекватных решений для якобы окончательного решения проблемы.

В настоящее время в Японии приступили к строительству сплошных защитных стенок высотой до 12 м для цунамиопасных побережий (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид цунамизащитной стенки (высота 12 м)

На программу строительства таких стенок правительством Японии выделено 12 миллиардов долларов. Протестующие голоса местных жителей, опасующихся падения привлекательности побережья для туристов и затруднений для прибрежного рыболовства и разведения аквакультур, игнорируются, альтернативные решения не рассматриваются. На поверхности лежит якобы радикальное решение проблемы, столь милое для чиновников и политиков, пекущихся денно и нощно о благе населения приморских районов! Кстати, такая

ситуация выгодна и изыскателям, поскольку реализации такого проекта должны предшествовать не менее масштабные инженерные изыскания. Вообще позиционирование инженерных изысканий в качестве рядовой услуги для проектировщиков и строителей превращает изыскателей в заложников любых «грандиозных» проектов. Что они могут противопоставить общей эйфории технических возможностей? При этом построение прогнозов по материалам изысканий весьма ограничено.

Возникает вопрос, насколько такие проекты рациональны, и кто может достоверно спрогнозировать дальнейшее развитие событий в отношении созданного объекта или масштабных проектов застройки Аравийского полуострова, что было рассмотрено выше. Однозначно это не может быть узкопрофильный специалист естественнонаучного или технического направления, способный лишь предложить изящное инженерное решение проблемы. Прав Талеб, когда говорит, что нужен специалист широкого кругозора, скептик и эмпирик, наблюдающий в историческом аспекте многовековую борьбу человека с природной стихией и понимающий ограничения своих познавательных конструкций. Пока слабость «чернолебединой» методологии очевидна. Например, она ничего не может противопоставить точным инженерным расчетам высотного строительства на Аравийском полуострове, а инструментально замеренные (из космоса) скорости надвига Аравийской плиты на Евразийскую плиту (1,9 см в год) вряд ли будут рассмотрены как предвестники грядущих катаклизмов и как актуальные препятствия такому проекту. Тем более что на кону всегда будут фигурировать состоявшиеся эффектные проекты высотного строительства по всему миру. Точно такие же проблемы возникают в области предсказания таких впечатляющих событий как наводнения и лесные пожары.

В отношении защитной стены на побережье океана прежде всего, стоит усомниться, что предельная высота волн цунами имеет ограничение, что наши весьма ограниченные знания об эндогенных силах планеты достаточны для выбора однозначного детерминированного решения проблемы в рамках теоретических представлений о чисто эволюционном циклическом ходе развития земной коры в разрезе логически стройной геохронологии длительностью не один миллиард лет, к которой геологи привязали свои структурные построения и разрезы горных пород в различных районах земного шара. Спор между катастрофизмом и эволюционизмом в геологии разрешен в чисто абстрактной форме, и современная наука может предложить для объяснения перехода от одного структурно-тектонического этапа к другому лишь упрощенные модели. Объяснить, как происходит резкое изменение состава пород в конкретном геологическом разрезе, например, почему песчаники или известняки резко сменяются глинами, бывает очень трудно. Приходится придумывать массу гипотетических предположений на основе принципа актуализма «Сегодня, как вчера». Представления о времени, исчисляемом отрезками времени в сотни миллионов и миллиарды лет, вообще лежат за пределами человеческого понимания. Это эпистемологическое ограничение никак не влияло на повседневную жизнь древнего человека, у него хватало более насущных забот, но для современного технологического общества дело обстоит совсем иначе. Очевидно, ошибочной является уверенность человечества в своем технологическом могуществе на дальнюю перспективу, а также уверенность, что природные или природно-техногенные катастрофы относятся к разряду весьма редких событий, которыми можно пренебречь или в лучшем случае нормативно минимизировать риски и материальный ущерб. По умолчанию человеческие жертвы рассматриваются как неизбежная расплата за прогресс. Такие установки напрямую касаются строительной деятельности, вроде бы ориентированной на обеспечение безопасности, комфорта и эстетики жизни отдельно взятого человека и целых государств. Однако такие установки все чаще опрокидываются Черными лебедями природного или природно-

техногенного характера. Так, в любой момент может произойти землетрясение такой силы, что волны цунами, вызванные мощным землетрясением, смоут любые защитные стенки. Это совсем не означает, что такие защитные сооружения не надо строить, но в долгосрочном аспекте нужны другой подход и другая стратегия: за пределами возможных зон затопления следует выделить резервные территории с жилой инфраструктурой, дополненной запасами продовольствия, машин, механизмов, топлива и т.д., необходимо создать глобальную систему наблюдений за колебаниями уровня моря и систему раннего оповещения и эвакуации населения. Необходима разумная информационная политика просвещения и обучения инженерных кадров.

В связи с расширением круга строительных проектов (высотное строительство, объекты атомной энергетики, ветровой и солнечной энергетики, трансконтинентальные трассы, тоннели, мосты, трубопроводы) планетарная и региональная геодинамика должна привлекать всё большее внимание, не меньшее чем космос и Мировой океан. После появления космической техники, позволяющей с большой точностью фиксировать вертикальные и горизонтальные смещения различных блоков земной коры, умоглядные геотектонические обобщения должны быть как-то увязаны с реальным масштабом деформаций, происходящих на наших глазах (рис. 5). С другой стороны, эти обобщения должны определять актуальную стратегию освоения человечеством геологической среды.



Рис. 5. Фрагмент Восточно-Африканской зоны «живых» разломов (Кения), протянувшихся от устья р. Замбези до залива Акаба в Красном море. В центре кадра разорванная трещиной дорожная трасса. Африканский континент раскалывается у нас на глазах, но как быстро это будет происходить, мы не знаем

Сами по себе такие деформации не относятся к разряду Черных лебедей, причинно-следственные связи здесь очевидны, но их изучение и предсказание должно разворачиваться, по Талебу, в рамках логики Крайнестана, которая позволяет не только констатировать факты, но и принимать управляющие решения, выстраивая стратегию поведения отдельно взятого человека, домашних хозяйств, регионов и целых государств на принципиально иной методологической платформе.

Разработанные к настоящему времени нормы антисейсмического строительства, все эти атласы карт сейсмического районирования и прогноза должны актуализироваться и дифференцироваться по пространству и по времени. А наш отечественный Атлас карт сейсмического районирования ОСР рассматривает всю территорию страны как единый объект и предсказывает интенсивность землетрясений в пределах типизированного зонального районирования.

Продолжение следует.