

Сериял про подземелье

ОБЪЕМНУЮ ВИЗУАЛИЗАЦИЮ ПЕТЕРБУРГСКИХ «ГЛУБИН» ГОТОВЯТ ГЕОЛОГИ

Виктор ЮШКОВСКИЙ
victor@spbvedomosti.ru

Трехмерную цифровую модель старой Москвы, включающую наземное пространство и все, что под землей, специалисты используют уже несколько лет. А скоро подготовят подобный объемный «слепок» в ее нынешних пределах... утерев нос нашему городу. Ведь в основе такого подхода лежат давние идеи ленинградцев, оставшиеся нереализованными (наша газета об этом рассказывала). Сравнить мегаполисы сложно — условия разные, и все же достучаться до Смольного, предлагая пойти по тому же пути, удалось и нашим геологам. Часть создаваемой ими 3D-модели геологического строения Петербурга, необходимой для разработки объемного генерального плана города, была рассмотрена на состоявшемся недавно совещании. И получила — при всех замечаниях — одобрение.

Шедевры не трогать!

Хотим мы того или нет, использовать такой ценный ресурс, как подземное пространство, все-таки приходится. Даже Петербургу, где на каждом шагу — шедевры архитектуры, да и других препятствий хоть отбавляй. Это технически сложная работа, требующая огромных средств. А главное — понимания того, как устроено пространство, что у нас под ногами, с точки зрения геологии.

Такого понимания до сих пор не хватает. При этом расти ввысь, подобно Москве, наш город вынужден осторожно, дабы не портить всемирно известную историческую панораму. А расплозяться вширь, становясь трудноуправляемым, может до известных пределов. Потому-то и здесь все больше объектов уходит «поглубже»: торговые заведения, парковки, тоннели. Хотя себестоимость их существенно выше наземных, а увлажненные грунты города нередко препятствуют такой работе.

Делать это увереннее позволяет трехмерная визуализация всего городского подземелья с учетом геологической среды, а также имеющихся коммуникаций и подземных сооружений. Такой инструмент готовила в свое время Тоннельная ассоциация Северо-Запада («Город под ногами» — СПб ведомости, номер от 12 января 2021 г.), но Смольный им не воспользовался. Зато другая объемная модель строения петербургских недр чиновников, похоже, привлекла.

Создают ее сотрудники Всероссийского научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) во главе с ведущим специалистом одного из его отделов Николаем Филипповым. Этот пилотный проект они выполняют на федеральные средства (40 млн рублей, из которых 15 млн уйдет на 3D-модель) в рамках задания по государственному картографированию. Институт обязался передать «Роснедрам» два листа обновленных геологических карт масштаба 1:200 000, охватывающих центральную часть Петербурга. А градостроители получают объемную модель строения его подземного пространства.

Начальный этап этой большой трехлетней (2021 — 2023 гг.) работы геологи презентовали на упомянутом совещании. Оно прошло во ВСЕГЕИ при участии сотрудников Петербургского метрополитена, Научно-исследовательского и проектного центра генплана Санкт-Петербурга, профильных комитетов Смольного. И никого вроде не удивило, что разработать трехмерную модель подземного пространства урбанизированной территории поручили институту, который решает совсем иные задачи. Как это вышло?

Китай уходит под землю

Рассказывает кандидат геолого-минералогических наук заслуженный геолог РФ Николай Филиппов: «В 2009 году был издан Геологический атлас Санкт-Петербурга, в работе над которым участвовала специализированная фирма «Минерал», где я

раньше работал. Мы повезли его в Китай на международный симпозиум и попали в Институт геологии Шанхая. Оказалось, что этот мегаполис, сопоставимый по размерам и геологии с нашим городом, давно проектирует и строит объекты, в том числе под землей, применяя цифровое объемное картографирование».

Загоревшись этой идеей, петербуржцы занялись тем же. Но уже тогда стало понятно, что она требует большой подготовки и отдельного финансирования.

Между тем комитет по природопользованию Смольного приступил к созданию цифрового фонда геологической информации. «Цифровизацию» городских недр следовало начинать с формирования базы данных: 3D-модель должна опираться на хорошую геологическую изученность. А где почерпнуть такие сведения? В геологических отчетах и фон-

Планы освоения подземелья мегаполиса нужно увязывать с состоянием грунтов и окружающей застройкой. А чтобы резервировать такие участки в обжитых местах города и строить объекты под землей на новых территориях, нужен трехмерный генплан Петербурга.

дах. Зарывшись в эти бумаги, геологи собрали значительный массив информации, касающейся около 9 тысяч скважин разного назначения и глубины (от 100 метров и ниже), пробуренных на территории города в разные годы начиная с 1950-х годов.

Такую работу в Петербурге до этого мало кто проводил. Подобный «свод» многолетних параметров, да и то с упором на геодезию, накопил разве что ленинградский Трест геодетических работ и инженерных изысканий (ныне — самостоятельная организация).

А вот следующий шаг — создание трехмерной модели — сделан не был. И когда бывший «минераловец» перешел во ВСЕГЕИ, руководители института, имевшего опыт построения подобных моделей, тут же ухватились за его предложение.

Напрямую подтянуть федеральные деньги для такой работы они не могли. Но нашли «сверху» поддержку. Часть выделенных для геологического картографирования средств «Роснедра» направили на разработку нужной нашему городу компьютерной модели. С расчетом на то, что петербуржцы подготовят для своих последователей методические рекомендации.

Но собрать базу данных — полдела. Следовало еще унифицировать их, подогнать под общую основу, и распределить по возрасту геологических отложений. И это была уже не рутинная, а серьезная аналитическая работа, требующая куда больше времени.

Тем не менее дело пошло. Группа Филиппова (два геолога и айтшник) занялась им в апреле нынешнего года. А осенью представила в первом приближении объемную модель геологического строения Петербурга (точнее, определенной ее части), выполненную с применением отечественного программного продукта.

Черные сланцы и белая зависть

«Посмотрите: так выглядит блок-диаграмма геологического строения одного из участков центра города», — демонстрирует картинку на экране компьютера Николай Борисович.

Перед глазами возникает «слоеный пирог»: от кровли Осташковской морены, верхнего горизонта, до более глубоких дочетвертичных образований. Человеку несведущему этот объемный «фильм» про недра, требующий продолжения, ни о чем не расскажет. Но знаток, скользнув взглядом, отметит: ага, здесь нормальный грунт, а тут — опасные для строителей пльвуны, касаться которых не стоит. По крайней мере без технологий, обеспечивающих гидроизоляцию, надежность конструкций и фундаментов, долговечность трубопроводов.

Скважины, послужившие источником сведений, распределены по городу неравномерно. Но их хватает, чтобы сделать 3D-модель, уверяют во ВСЕГЕИ. По словам специалистов, структура геологических отложений в разных частях Петербурга различная. В его южных районах — известняки и черные сланцы с органическим веществом, встречаются карстовые пустоты. А на севере города — более прочные вендские отложения, но есть и

палеодолины, с которыми связаны строительные риски. Листы пересматриваемых геологов карт охватывают также устье Невы и «кусок» морской акватории, где никакие скважины отродясь не было. Как же так? Специалисты об этом думают. Скорее всего, будущим летом им предстоит «прочертить» там сейсмические профили (такое оборудование в институте

имеется), получив дополнительную информацию.

Наполняя модель новыми данными и оттачивая этот цифровой инструмент (как это делают ныне в Хельсинки), геологи будут двигаться дальше. А в том, что он имеет колоссальное прикладное значение, помогаая ориентироваться в пространствах, проектируемых под ногами, не сомневается уже никто. Хотя бы потому, что отсутствие такого инструмента породило массу ошибок при сооружении ряда петербургских объектов. Это и Ладжский вокзал, где из-за пренебрежения геологией подтапливало грунтовыми водами подваль-

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Анатолий БОГДАНОВ, начальник управления фонда пространственных данных и инженерных изысканий ГКУ «Центр информационного обеспечения градостроительной деятельности»:

«Недооценка геологических факторов порой становится причиной ошибочных выводов и неверных решений. Это приводит к аварийным ситуациям — подобно той, что случилась в 1974 году на перегоне метро между станциями «Лесная» и «Площадь Мужества» в результате разрушительного воздействия пльвуны. Точнее, из-за недооценки проективных рисков и строителями масштабов процессов, происходивших под землей».

Имея в ту пору 3D-модель геологического строения, которая учла бы нагрузки, создаваемые подземной рекой на сооружения тоннеля, и оценив риски, никто бы не решился вновь пройти через русло подземной реки, ограничив распространение пльвуны путем заморозки пород у стен тоннеля. Но такого инструмента эффективной и мобильной оценки рисков, увы, не было.

3D-модели инженерно-геологического строения территории — универсальные инструменты. В их базу данных входит информация, касающаяся свойств грунтов и процессов, происходящих ниже уровня земли, что прямо и косвенно влияет на строительную деятельность. Чем больше факторов учитывает такая модель, тем выше ее информативность, а это позволяет оценивать процессы и строить прогнозные модели, на основе которых дается оценка, рассчитываются риски строительства объектов, находящихся под землей или опирающихся на глубокие фундаменты (таких как «Лакта-центр»).



ФОТО АНТОНА ВАГАНОВА/ТАСС

Примерно так выглядело бы в начале работ подземное пространство в районе площади Восстания. Но и этот проект, предусматривающий строительство в ее недрах многоуровневой транспортной развязки с торговым центром, не был реализован.

ные помещения, и клиника МЧС на улице Оптиков (та же беда), и новое здание Мариинского театра.

Планы освоения подземелья мегаполиса нужно увязывать с состоянием грунтов и окружающей застройкой. А чтобы резервировать такие участки в обжитых местах города и строить объекты под землей на новых территориях, нужен трехмерный генплан Петербурга, убеждают специалисты. Он же в свою очередь немалым без качественной геологической 3D-модели, которая ляжет в основу межведомственного проекта по цифровой трансформации ряда важных городских отраслей.

Эффективность этого инструмента с каждым годом будет расти. Ведь свободные территории в городе заканчиваются, и нужно заниматься реновацией малозатражной застройки, проектируя многоэтажные комплексы с подземными паркингами и другими пространствами под землей.

В 2014 году городской комитет по градостроительству и архитектуре выступил заказчиком экспериментальных работ по созданию подобных 3D-моделей эталонных участков. Техзадание готовилось на основе опыта построения таких моделей в Москве и Казани. В рамках госконтракта подрядчик проанализировал исходные данные на территории более 40 кв. км и привел их к нормативным требованиям. Эту информацию используют ныне изыскатели. Но дальнейшие работы остановились: модель создавалась на зарубежном программном продукте — отечественного для многоуровневого моделирования тогда не было.

Теперь есть. Создание такой трехмерной модели в Петербурге продолжилось с учетом особенностей геологического строения города. Разрабатывает ее ВСЕГЕИ.

Мне кажется, этот опыт нужно использовать при подготовке инженерно-геологической объемной модели, так как геологические процессы, проходящие на «строительных» глубинах, влияют и на горные породы, лежащие ниже. А базовые данные моделей имеют смысл дополнить сведениями из Фонда материалов топографо-геодезических работ и инженерных изысканий. Наполняя модель более глубоким содержанием, можно увидеть, в каких слоях залегают подземные сооружения (тоннели, паркинги, объекты метрополитена), фундаменты наземных объектов и какое влияние оказывают на них геологическая среда.

Nb

НИОБИЙ

Блестящий серебристо-серый металл. В природе находится в рассеянном виде и минералах. Получают ниобий из рудных концентратов по сложной технологии.

Применяется в ракетостроении, авиационной и космической отраслях, электронике, радиотехнике, атомной энергетике, как легировочная добавка: при производстве конденсаторов, сверхпроводников, коллекционных монет.

В мире: Бразилия (70%), РФ (25%), Австралия, Канада, США, Япония, Мозамбик, Нигерия.

В РФ: Кольский полуостров, Сибирь, Дальний Восток.

Производство: Ловозерский ГОК, Соликамский и Чепецкий заводы.

ГОРИЗОНТЫ

Эпилог большой эпопеи

Виктор ПАШКОВ

Беспрецедентная эпопея с сооружением магистрального газопровода «Северный поток-2», похоже, близка к завершению. Два его нитки протянулись по дну Балтики — от Кургальского полуострова (Ленобласть) до Германии. Первая заполнена газом, чтобы обеспечить давление, необходимое для перекачки голубого топлива, а вторая будет опробована до конца 2021 года. Но ввод в строй магистрали может затянуться.

Инфраструктура. Чтобы запустить этот масштабный проект, нужно пройти сертификацию и получить разрешение немецкого регулятора — Федерального сетевого агентства. Минэкономики РФ направило ему свое заключение, указав, что проект не угрожает безопасности поставок газа в Германию и ЕС. Но получил ли оператор проекта компания Nord Stream 2 AG разрешение в положенный срок (декабрь — начало января 2022-го), не скажет никто.

Пакет документов на сертификацию «Газпром» выдал еще в сентябре. Если все пойдет гладко, то до конца года по второму потоку компания поставит 5,6 млрд кубометров газа. Но, если на Германию окажут давление США и другие страны, процесс сертификации может затянуться более чем на полгода. Хотя не исключено, что из-за сложной ситуации на газовом рынке Европы решение будет принято быстрее. Цены на это сырье там снизились, но все еще находятся на рекордно высоком уровне — более 900 долларов за 1 тыс. кубометров.

Правила игры. Вслед за европейскими странами Россия заявила о готовности перейти к безуглеродной энергетике. Стратегию перехода, предусматривающую постепенный отказ в энергетической отрасли от ископаемого топлива (уголь, нефть, газ) и снижение выбросов парниковых газов до 2050 г., утвердило правительство РФ.

При этом с 2030 года в России ожидается падение энергетического экспорта и переориентация на продукцию высокого передела. Правда, лишь в случае, если темпы роста экономики РФ будут выше среднемировых. Чтобы воплотить обязательства по снижению выбросов, нужно также инвестировать в эту сферу немалые средства: на первом этапе — 1% ВВП, затем — до 1,5 — 2%. А стоимость электроэнергии может вырасти в России к 2030-му на 4%. Но это вряд ли произойдет, если наша страна к тому времени справится с другим обещанием: сделает рынок в развитии водородной энергетики, заняв на этом рынок 20%.

Топливный рынок. Стоимость бензина и дизтоплива на российских заправках при всех ценовых колебаниях продолжает быстро расти. В то же время федеральная власть убеждает, что топливо на АЗС дорожает в пределах расчетной инфляции и этот рынок стабилен. Такая оценка прозвучала в ходе встречи с участниками этого рынка вице-премьера РФ Александра Новака.

Сдерживать рост цен помогает демпфер, предлагающий обратный акциз для НПЗ. Если стоимость бензина и дизтоплива на внешнем рынке выше, чем на внутреннем, государство компенсирует заводам часть разницы, и цены на АЗС в стране не растут. А при обратной ситуации они перечисляют часть сверхдоходов в казну. Но демпферный механизм нужно подправлять: осязную оптовую цену стали расти быстрее розничных, рентабельность АЗС упала. Приняв эти доводы, вице-премьер поручил рассмотреть возможность новой корректировки на 2022 год.

Разработки. Число резидентов технологической долины «Энерготехнохаб», которую создала в Петербурге одна из газпромских «дочек», с начала 2021 года выросло вдвое (сегодня туда входит 300 предприятий и научных организаций). Инвестиции в ее разработки, многие из которых связаны с нефтегазовым сектором, направляют газовики, венчурный фонд «Новая индустрия» и сервисные компании.

Резиденты технологической долины представляют городской власти свои перспективные проекты. А «Энерготехнохаб» анонсировал регистрацию новых компаний, созданных петербургскими (Технологический институт) и московскими студентами. Участники встречи заключили соглашение о поддержке студенческого предпринимательства. Для тестирования нового оборудования, создаваемого в технохабе, намечается создать сеть испытательных полигонов, а формирующему отраслевого центра инжиниринга для него займется Агентство по технологическому развитию.

РАЗРАБОТКИ

Плоды вдохновения

ПРИКЛАДНАЯ НАУКА РОЖДАЕТ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, БЕЗ КОТОРЫХ В АРКТИКЕ НИКУДА

Всеволод ЗИМИН

Доступ к арктическим кладовым обеспечат огромные инвестиции — есть такое расхожее мнение. А может, в основе всего прикладная наука, рождающая новые нестандартные технологии, без которых в этом суровом краю никуда? Так оно и есть, считают сотрудники Геологического центра, созданного ровно десять лет назад при Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ). Многие их разработки, связанные с недропользованием и геологоразведкой в студенческих краях и не только там, у северян сегодня на слуху.

Обычное дело. Университет ведет исследования, взращивая талантливую молодежь, а потом на стыке науки и производства при нем появляется отдельная площадка. Так был создан и Геологический центр (ГЦ), где реализуют себя выпускники, преподаватели и аспиранты, имеющие отношение к Университету. Причем делают это, используя мощные ресурсы научного парка СПбГУ: его лаборатории, оборудование, аналитические и компьютерные центры.

Конечно, иметь такие инструменты — половина успеха. Другое дело, что без высоких компетенций это лишь мертвое железо. А на инновационной площадке, открытой геологами, сложилась команда, куда входят эксперты ООН, Международной ассоциации

гидрогеологов (ИАН), Государственной экологической экспертизы, Госкомиссии по запасам полезных ископаемых (ФБУ «ГКЗ») и др. Вот им-то по силам, опираясь на такую ресурсную базу, вести исследования по самым насущным направлениям.

«Начинали мы с малого», — говорит директор по развитию ГЦ СПбГУ Ярослав Гузов, — готовили проекты геологического изучения недр, давали экспертные заключения. Затем пошли более ответственные проекты, предполагающие полевые работы, в том числе по оценке нефтегазоносности отдельных участков и запасов подземных вод. А с этого года у нас появилось новое направление деятельности — геотехнологии, связанное с поиском и освоением водоносных горизонтов».

Не секрет, что северя таят несметные запасы многих видов сырья. Но одно из важных полезных ископаемых в Арктике — вода, убеждены петербуржцы. Она применяется в технологическом процессе добычи и подготовки углеводородов, а при освоении карьеров, напротив, их требуется грамотно осушить. Не говоря уже о проблеме загрязнения подземных вод, характерной для некоторых регионов, где без геотехнологий тоже не обойтись.

А поскольку Петербург стал центром инноваций, подталкивающих к развитию Арктической зоны, детидца этой команды востребованы. Кандидаты наук и прочие эксперты, входящие в ГЦ, помогают северным портам утилизировать льяльные воды, работают на месторождениях Красноярского края. А в Архангельской области они выполнили проект по водопонижению в алмазном карьере и подсыханию запасов подземных вод — в том числе по объектам, входящим в федеральную целевую программу «Чистая вода».

География деятельности у ГЦ, впрочем, шире. Так, при строительстве одного из объектов в Казани (крупной насосной станции) пригодились

тампонажные смеси его рецептуры, противостоящие сильному напору подземных вод. Используя разработку, сотрудники центра помогли также справиться с подтоплением доков Кронштадта, чего ранее не удавалось сделать.

Они же оценили запасы подземных вод по заказу петербургского «Водоканала» и подготовили проектные решения для госкорпорации «Росатом» — точнее, для действующего при ней Национального оператора по обращению с радиоактивными отходами...

На колени такие мудреные проекты, понятно, не выполнишь. В ряде случаев, делится Гузов, нужно применить сложнейшие математические модели — свои и чужие.

Но усилия того стоят. Одно из последних детид ГЦ увидели участники международного форума RAO/CIS Offshore-2021 по освоению континентального шельфа северных морей, проходившего в Петербурге. Это не имеющий аналогов комплекс, позволяющий собирать разлившуюся нефть, получая товарное сырье и воду даже в условиях Заполярья.

Изоминка этого ноу-хау, поясняет Ярослав Гузов, — установка по раз-

делению водотопливных эмульсий, очищающая жидкость от нефтяных фракций без высокого давления и реагентов. Один такой помощник может заменить три технологические ступени очистки, а сфера его применения — морские порты, военные объекты, экологическая инфраструктура и т. д.

Собственно, едва ли не все «плоды вдохновения» ГЦ имеют актуальность для Арктики экологическую направленность. Скажем, технология рециклинга вод, используемых при добыче и переработке полезных ископаемых, которые можно, очистив, запустить вновь в работу. Это дешевле и эффективнее утилизации.

Неудивительно, что петербуржцы, входящие в эту родственную Университету команду, вовлечены в работу по изменению федерального законодательства по недропользованию. Так, Министр РФ утвердил правила освоения в России месторождений подземных вод, разработанные (впервые) при участии научных сотрудников центра. А теперь его представители, работая вместе с экспертами ФБУ «ГКЗ» в составе ооносовой группы, формируют единый мировой классификатор ООН по подземным водам.