

## Петербургская подземка в 3D-перспективе

Из всех проблем российских мегаполисов транспортная ситуация превратилась, видимо, в самый жестокий бич в жизни горожан. Перманентно поражающий город паралич транспортных потоков приводит к тому, что огромное количество людей практически уже живут в своих автомобилях. Остальная часть жителей, пользующаяся общественным транспортом, и те, кто отказался от комфорта автономного передвижения по городу на собственных колесах, устремляются в подземные артерии – единственное на настоящий момент средство скоростного передвижения в черте города. Очевидно, что какие бы инновации в транспортном планировании ни готовились городскими и федеральными властями, ускоренное строительство подземных транспортных коммуникаций станет в ближайшие годы в России одним из наиболее эффективных методов решения проблемы внутригородских перемещений в крупных мегаполисах.

Эта область не остается в стороне от общего хода технологического прогресса, и метростроение переживает сегодня процесс модернизации как в отношении методов подземного строительства, так и технологии ведения работ. О возможностях и перспективах применения 3D-моделирования в практике строительства метрополитена мы беседуем с Владимиром Александровичем Маслаком, генеральным директором ОАО НИПИИ “Ленметрогипротранс”, являющемся первопроходцем в освоении данной технологии для проектирования подземных сооружений. В разговоре принимает также участие Ирина Чиковская, руководитель проекта со стороны компании InterCAD (ранее CSoft – Бюро ESG), осуществляющей внедрение.

**– Владимир Александрович, что заставило институт обратиться к технологии трехмерного проектирования, вы ведь фактически являетесь пионерами в этом направлении? Это некая объективная необходимость или в значительной степени эксперимент?**

**Владимир Маслак.**

Мы действительно оказались первыми на этом пути, из проектных институтов в России, которые работают на метрополитен, никто пока не проектирует в трехмерке.

Что касается применения в нашем деле 3D-моделей, то, хотя на данный момент жесткой необходимости как таковой в этом еще нет, такая потребность уже явно формируется, и мы ощущаем достаточно серьезный интерес к нашим разработкам со стороны потенциальных заказчиков. Вообще новейшие проектные и технические решения, разработка которых – дорогостоящее и во многих отношениях затратное мероприятие, появляются тогда, когда это нужно заказчику. Поэтому к 3D-проектированию мы присматривались довольно давно, так как преимущества данного подхода очевидны, и понятно, что рано или поздно рынок заставит применять эту технологию. То, что для института эта необходимость наступит в весьма недалеком будущем – факт предсказуемый, поскольку конкуренция на нашем поле постепенно обостряется, и институт, который в последнее десятилетие был фактическим моно-



полистом в Санкт-Петербурге, таким быть перестает. Вот к тому времени, когда пробьет “час икс”, нам надо быть если не во всеоружии, то в достаточной степени готовыми к новым вызовам времени. Так что, пока есть возможность и средства, надо двигаться в этом направлении.

**– А откуда у института средства и возможности?**

**В.М.** Ленметрогипротранс всегда был достаточно успешной организацией. Еще в советские времена мы выполняли заказы для многих стран СЭВ, в последующие десятилетия также никогда не сидели без дела. Хотя Петербург и не может сравниться с Москвой по темпам развития метрополитена, метро у нас все-таки проектировалось, а это – вещь недешевая. Кроме Петербурга на нашем счету метро в Казани, Ново-

сибирске, Самаре, Красноярске, Челябинске, строительство Северо-Муйского тоннеля БАМа. Институт участвовал в обустройстве инфраструктуры олимпийских объектов, мы являемся генеральным проектировщиком транспортных тоннелей в Сочи. Поэтому у организации были деньги, которые можно не проесть, а пустить на полезные дела. Мир широко открылся для информационного обмена, и мы видим, что появляются молодые фирмы, которые активно перенимают новые западные технологии. Они уже имеют в своих руках специализированное программное обеспечение, позволяющее выполнять сложнейшие инженерные задачи в короткие сроки с высокими стандартами качества, и готовы составить нам ощутимую конкуренцию.

**– У вас вызывает беспокойство такое положение дел? И то, что инициативу берут в свои руки грамотные и предприимчивые молодые кадры?**

**В.М.** Меня как руководителя старейшего предприятия, обладающего огромным опытом проектирования метрополитенов и других тоннельных и подземных сооружений и имеющего репутацию надежного партнера, подтвержденную десятками успешно реализованных проектов по всей стране, конкуренция со стороны новичков серьезного повода для беспокойства не представляет. Когда есть опыт, знания, стабильное положение в определенном виде деятельности, понимаешь, что конкуренция только оздоравливает ситуацию.

Кроме того, институт целенаправленно подбирает в свой штат молодых специалистов высокой квалификации. У нас давние тесные отношения с кафедрами Петербургского государственного университета путей сообщения, Горного и Политехнического университетов, и есть возможность выбирать ребят посильнее, а в последние лет пять мы можем себе позволить платить им и достойную зарплату.

**– С чего начинался проект, как, с каких “сторон” вы вообще приступили к этой теме?**

**В.М.** Вплотную к этой теме мы приступили два года назад. У нас есть отдел автоматизации проектирования, возглавляемый Александром Авраамовичем Лянда, в задачи которого входит программное и техническое сопровождение деятельности проектировщиков, а также элементы разработки и поддержка ИТ-инфраструктуры, вот на этот отдел и была возложена данная миссия. В работе также активно участвовали проектировщики, хорошо владеющие современным программным обеспечением, в первую очередь специалисты по проектированию подземных конструкций под руководством нынешнего главного инженера института Г.Р. Захарова. Поскольку специалистов по 3D у нас не было, мы понимали, что нам нужен сильный внедренец, обладающий соответствующим опытом и крепкой компетенцией в данной области. Поиски вывели на компанию InterCAD. Первые же контакты с руководством и представителями компании убедили в том, что мы попали в точку, особенно подкупила явная заинтересованность будущего партнера нетривиальностью предстоящей задачи. Была сформирована группа 3D-проектирования, в которую наряду с консультантами InterCAD и нашими специалистами по компьютерным технологиям вошли инженеры по строительным конструкциям. Притирались друг к другу, насколько

знаю, непросто, зато теперь – полное взаимопонимание и согласованность действий, и этот результат дорогого стоит.



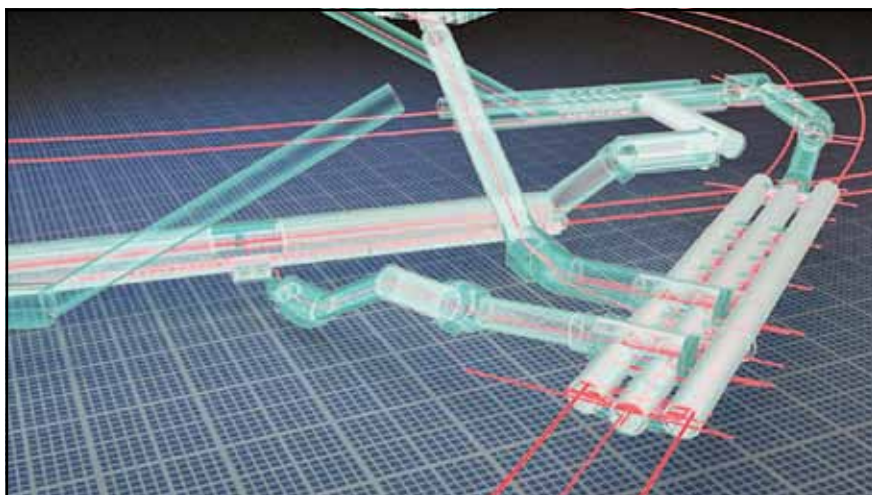
**Ирина Чиковская.** Сложности на начальном этапе, а именно в ходе предпроектного обследования, действительно были, но это было неизбежно.

Многим организациям детальный подход внедренческой компании к исследованию производственных процессов на своем предприятии кажется избыточным и обременительным, поскольку отвлекает специалистов от дела и снижает их производительность, при том что сами специалисты, чья деятельность непосредственно подвергается модернизации, считают, что “и так все нормально работает”.

Большинство компаний, заказывающих проект внедрения, вообще полагают, что консультант должен придти к ним с уже с готовым реше-



Перспективный вид бокового зала станции “Театральная”



3D-модель пересадочного узла Садовая-Сенная-Спаская

нием. Такого быть не может никогда. И без этапа предварительного исследования обойтись невозможно. Причем от тщательности и полноты исходных данных, собранных на этом этапе, зависит очень многое. Чтобы адаптировать подход к внедрению новой технологии для конкретной предметной области, внедряющей компании необходимо понять до тонкостей специфику деятельности организации и текущее положение дел на участке внедрения, провести подробный анализ существующей технологии выполнения работ, определить (в некоторых случаях, как в данном, еще и с вариантносью) наиболее эффективные инструменты программного обеспечения и т.д. На основании полученных данных можно уже объективно оценить реальные объемы работ, необходимое количество специалистов для реализации данного проекта, его продолжительность и ориентировочную стоимость. Недостаточно же полное обследование может привести к значительным просчетам на последующих стадиях внедрения нового процесса.

Так что период притирки между нашей внедренческой командой и специалистами проектно-конструкторского отдела действительно имел место. Видимо, у проектировщиков какой-то особый склад мышления. Они блестяще справляются с решением нестандартных и локальных задач, но вот абстрагировано подойти к проблеме, системно описать свои знания и предоставить консультанту детализированную и структурированную информацию они не могут.

Нам пришлось в значительной степени самостоятельно производить декомпозицию объекта внедрения и уяснять для себя те вещи, которые проектировщикам казались само собой разумеющимися. Наибольшее взаимопонимание присутствовало с также входящими в рабочую группу проекта сотрудниками отдела автоматизации, возглавляемого Александром Лянда, но это как бы "свои" уже люди. В принципе исследование процессов проектно-конструкторского отдела продолжается до сих пор, поскольку по ходу дела постоянно что-то уточняется, и в наше видение общей картины или отдельных ее составляющих вносятся необходимые коррективы.

Во время обследования выявились также "побочные эффекты". Выяснилось, что специалисты в каждом отделе даже своим непосредственным рабочим инструментом владеют очень по-разному, а когда стали пробовать из трехмерной модели получать какие-то чертежи, оказалось, что базовый уровень подготовки у сотрудников абсолютно недостаточный, чтобы можно было осваивать новую технологию. Поэтому было принято решение об обучении всего технического персонала института работе в AutoCAD'e, а специалистов архитектурно-строительного отдела – дополнительно работе с AutoCAD Architecture, параллельно был организован второй учебный поток по освоению AutoCAD Civil 3D. В процессе обучения приняла участие практически вся команда наших технических специалистов, курировавших проект

по разным направлениям – трассы, инженерные сети, архитектура и конструкции.

**В.М.** Кроме того, хочу добавить, что в институте давно существовала проблема, о которой все знали, но предпринимавшиеся попытки решить ее ни к чему не привели. Приход команды внедрения помог сдвинуть и эту ситуацию с мертвой точки. Я имею в виду, что в институте отсутствовал стандарт предприятия и технологические регламенты по производству работ в отделах, и каждый творил на своем участке кто во что горазд.

**И.Ч.** Собственно, мы только подтолкнули этот процесс, инициирован он был естественным образом. Пока человек работает изолированно, в пределах своего рабочего места, и в качестве результата выдает бумажный документ, никого в общем-то не интересует, как организован этот процесс. Но как только начинается коллективное взаимодействие в едином рабочем пространстве, требуется уже жестко соблюдать определенные правила. В ходе проводимого нами обучения для каждого отдела создавался свой стандарт, который входил в общий стандарт выполнения работ в AutoCAD'e. К этой работе была привлечена также группа стандартизации, которая ранее безуспешно билась над проблемой, и вот совместными усилиями мы ее практически решили.

**– Насколько метод проектирования с созданием трехмерных моделей вписывается в существующий порядок разработки объектов метрополитена? Как конкретно и насколько гладко проходил процесс внедрения новой технологии?**

**В.М.** Применение данного метода меняет традиционный порядок проектирования. И, как это бывает практически везде, наибольшие сложности при внедрении новых технологий возникают со стороны персонала, которому трудно психологически перестроиться на непривычные методы работы. С точки зрения готовности технической базы никаких препятствий для перехода на трехмерное проектирование не было:



в институте имеется грамотно организованная структура локальной вычислительной сети, мощные серверные ресурсы, необходимые для совместной работы большого количества сотрудников. Так что “торможение в умах” – основная проблема, с которой пришлось иметь дело нашим внедренцам. Не скрою, были у нас предприняты попытки применения силовых методов, я имею в виду приказы и совещания, ни о каких, конечно, штрафных санкциях и увольнениях речи не было, но они были отторгнуты. Коллектив у нас небольшой, специалисты сильные, и мы дорожим своим кадровым составом. Да и, надо сказать, наш самый главный скептик в лице главного инженера до последнего времени был против радикального вмешательства в отлаженный десятилетиями процесс и дал свое согласие на эксперимент при условии, что все будет происходить без нарушения планов и графиков основных проектных работ, осуществляемых в рамках текущих договоров. Поэтому совместно с экспертами компании InterCAD было принято компромиссное решение, которое мы рассматриваем как промежуточный этап перехода на новую модель проектировочного процесса.

Таким образом, задача, поставленная перед группой внедрения, состояла, во-первых, в том, чтобы максимально сохранить традиционный порядок проектирования и позволить каждому участнику процесса выполнять привычную для него работу, но только в среде 3D. При этом сквозное 3D-проектирование должно объединять несколько отделов традиционной структуры, обеспечивать условия для совместной разработки и синхронизации работ, а также автоматизированного выпуска проектной документации и обеспечивать возможность в любой момент собрать полную 3D-модель (по текущему состоянию “как есть”) для целей обсуждения и изменения проектных взаимосвязанных решений и выявления возможных ошибок и коллизий еще на стадии проектирования.

Было решено, что документация будет пока продолжать выпускаться традиционным образом, а технология создания 3D-модели с учетом высокой загруженности спе-

циалистов текущей работой будет отрабатываться на основе уже готовой документации. Первый опыт построения трехмерной модели было целесообразно проводить по уже спроектированному объекту, и в качестве такового был выбран сложный пересадочный узел санкт-петербургского метрополитена, включающий три станции метро. Проработка схемы коллективной работы над 3D-моделью была начата с основного выпускающего отдела – проектно-конструкторского и отдела разработки трасс. Сейчас разработанная схема используется и для других отделов института.

Мы отдаем себе отчет в том, что это временное решение, и по мере освоения навыков работы в 3D проектировщики сами осознают, что начинать проектирование сразу в 3D намного удобнее и эффективнее.

### **– Для каких именно объектов и задач применяется в институте данная технология и имеется ли специфика в 3D-проектировании подземных сооружений метрополитена?**

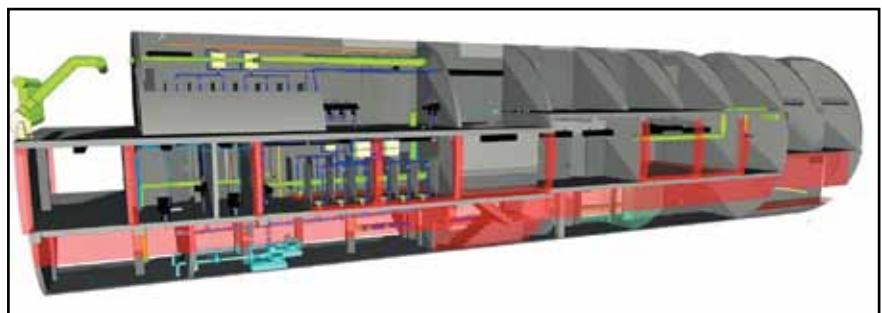
**В.М.** 3D-моделирование мы применяем для топологически сложных конструкций. В первую очередь это станции, у нас они называются станционные узлы. Проект обычно включает в себя построение трехмерной модели подземной трассы и наземного вестибюля станции. Особенности в проектировании таких объектов, несомненно, имеются и связаны они с тем, что эти объекты представляют собой тяжелые несущие круглые конструкции, и их топология гораздо сложнее, чем топология, например, у той же подводной лодки, с которой любят сравнивать тоннели метрополитена. Форма подлодки – это торпеда, сигара. В

метро же в структуре одного станционного комплекса множество тоннелей – перегонные, эскалаторные, соединительные служебные, тупики и т.д., которые соединяются друг с другом в пространстве под всевозможными углами. С учетом пешеходных переходов и различного назначения притоннельных сооружений все это образует сложную многосводчатую конструкцию.

Помимо проработки схемы взаиморасположения всех частей этой конструкции при проектировании станции метро решается большое количество других пространственных задач с взаимоувязкой их друг с другом и с учетом ограничений по трассировке, инженерно-геологических условий и т.д. Вся эта компоновка осуществляется на предпроектном этапе, и оказалось, что ее очень удобно делать в 3D. С помощью укрупненных упрощенных модулей с истинными геометрическими размерами можно наглядно показать, как это все будет выглядеть в реальности.

Например, в ходе пилотного проекта по пересадочному узлу Садовая-Сенная-Спасская, на котором проходило апробирование технологии создания 3D-модели, в проекте нашли давнюю ошибку, которую уже на ходу исправляли строители. Во-вторых, тут же появились хорошие демонстрационные материалы, которыми тоже на всех городских встречах наши специалисты как-то могли оперировать.

Вообще это многострадальный пересадочный узел – между станциями неудобные переходы, постоянные заторы пассажирских потоков. Там до сих пор нет прямого выхода на поверхность со станции Спасская, в значительной степени потому что снаружи много старинной застройки. Поэтому станцию проектировали долго, сложно.



Санитарный узел и блок служебных помещений станции глубокого заложения



Траволатор

Аналогичные проблемы были и со следующей станцией, промоделированной нами в 3D, – Театральной, сооружение которой ведется в настоящее время в связи с открытием второй сцены Мариинского театра. Там все то же самое. Место расположения станции находится в плотной городской застройке, где каждое строение является объектом исторического наследия, не говоря о самом здании театра, которое ни в коем случае не должно пострадать. Получается, один выход должен быть на Мариинку, площадь и консерваторию, второй должен идти куда-то в сторону Лермонтовского проспекта, и там тоже непонятно, что можно разрушить, а что нельзя. При этом приходится учитывать еще целый ряд новых требований, например то, что по недавно утвержденным правилам подземный переход не может быть длиннее 100 м, в противном случае должен быть предусмотрен траволатор (движущаяся лента).

С помощью специалистов InterCAD мы сделали геометрию, затем вписали в нее конструкцию и нашли наиболее приемлемое решение. Главный инженер проекта возил показать в Смольный даже несколько вариантов, изображенных на одном чертеже. Так что именно благодаря компоновке станции в 3D, позволяющей наглядно визуализировать различные конструктивные варианты, можно быстро разрабатывать оптимальные и эффективные решения.

К слову, совсем недавно созданная нами 3D-модель вновь проектируемой станции мелкого заложения была использована для разработки нового аналогичного объекта. То есть, возможность и целесообразность использования технологии 3D-моделирования в реальном проектировании для метростроевцев вещь уже очевидная.

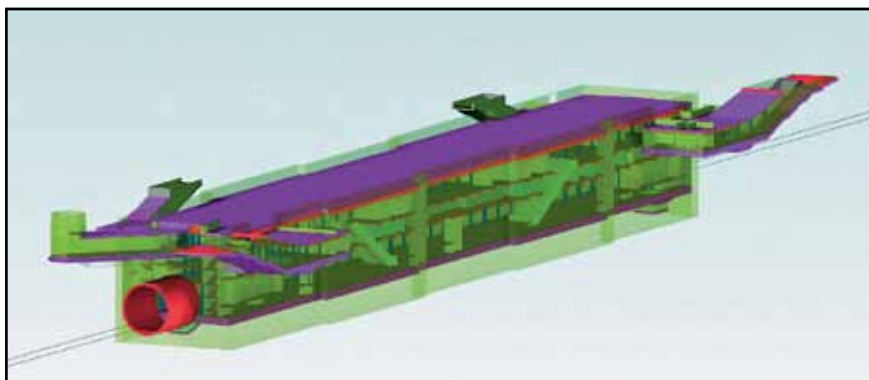
Помимо сводов, стен и строительных конструкций метрополитен – это еще и электрическая железная дорога, для функционирования которой необходимы тяговые подстанции, сложная система эскалаторных устройств. В метро имеется также гигантское количество инженерных коммуникаций, обеспечивающих пребывание и работу многочисленного обслуживающего персонала. Все это техническое насыщение необходимо компактно и корректно разместить в ограниченном замкнутом пространстве. Так вот в 3D также делать всю эту разводку гораздо удобнее, эффективнее и на-

дежнее. Проектируя свои системы с помощью 3D-сборки, сантехники и электрики могут быть уверены, что какой-нибудь там кабельный коллектор не пересечется с воздуховодом, а технические отверстия случайно не придется на то место, где должны находиться двери. Характерно, что проектировщики по этим дисциплинам и оценили намного быстрее других специалистов преимущества трехмерного проектирования.

**– Можно ли считать технологию трехмерного проектирования подземных конструкций метрополитена достаточно проработанной или есть еще проблемы, которые требуют своего решения?**

**В.М.** Можно сказать, что к настоящему времени в институте практически завершены работы по созданию технологии 3D-проектирования строительных конструкций объектов метрополитена. Но технология по ряду причин, в том числе субъективного порядка, о чем уже шла речь, еще не запущена в практику.

Для того чтобы трехмерное моделирование работало, надо иметь подготовленные модели и библиотеки конструкций и компонентов для каждого типа станций, а это объекты, практически не имеющие аналогов в массовом строительстве. К настоящему моменту такие библиотеки, пока неполные, есть по двум типам станций. Однако процесс запущен, и если в начале проекта наполнением библиотек занималась непосредственно рабочая проектная группа, то теперь в этом деле активное участие принимают сами конструкторы. Помимо формирования 3D-библиотек, которые содер-



Трехмерная модель станции мелкого заложения

жат укрупненные элементы модели и не могут покрывать все потребности проектировщиков при создании рабочей чертежной документации, параллельно идут работы по созданию каталогов 2D-элементов.

Хочу отметить, что при разработке технологии помимо технических аспектов мы очень большое внимание уделили организационным моментам. Проработка процедур коллективной работы над 3D-моделью, осуществлявшаяся под непосредственным руководством Ирины Чиковской с участием представителей InterCAD, привела нас к пониманию необходимости введения в проект ответственного административно-технического сотрудника, на которого были бы возложены координирующие и контролирующие функции в части, касающейся работы с геометрией 3D-модели. Этот сотрудник должен быть правой рукой главного инженера проекта и служить связующим звеном между ним и специалистами всех отделов, участвующими в проекте. Он должен держать в своих руках весь клубок проблем и в любой момент быть в состоянии объяснить руководству, каково положение дел на каждом участке проекта, что именно и по какой причине проектировщики не сделали или не могут сделать. Мы ввели понятие "менеджер проекта", нашли в институте на эту роль грамотного специалиста, и всем стало легче жить.

На основании графика ГИПа менеджер проекта составляет индивидуальные графики, раздает задания, контролирует сроки выполнения работ, решает вопросы взаимодействия смежных отделов. Этот человек организует всю структуру проекта, ту среду, в которой в дальнейшем смогут четко и согласованно работать проектировщики – конструкторы, архитекторы, технологи. В функции этого сотрудника входит также такая важная часть общей работы над моделью, как компоновка из готовых элементов – 2D проектных решений отдельных частей проекта – пространственной 3D-модели и первичная проверка конструкций и инженерных систем на пересечение, а также устранение очевидных коллизий.



Станция "Проспект Славы". Интерьер центрального зала

**И.Ч.** Добавлю, что я как куратор проекта со стороны внедренческой компании смогла передать этому сотруднику уже практически весь объем работ, связанных с трехмерным проектированием, оставив за собой только консультационные, корректирующие и обучающие функции. Выделение в структуре проектных функциональных отношений такой фигуры, как менеджер проекта по 3D, мы считаем важным организационным решением при разработке технологии работы над созданием трехмерной модели объекта.

**– Владимир Александрович, какими вы видите перспективы применения трехмерного моделирования для целей подземного строительства в Санкт-Петербурге, возможно не только линий метрополитена?**

Думаю, развитие подземной инфраструктуры для осуществления транспортных коммуникаций в Петербурге – это неизбежность, и если в наши дни этот вопрос еще не встал со всей остротой, то пройдет, возможно, совсем немного времени, когда освоение подземного пространства города станет одной из самых первоочередных его задач.

Очевидно, что транспортная напряженность будет непрерывно расти, и решать эту проблему без строительства развязок на разных

уровнях на сегодняшний день не представляется возможным. В центральной части города подобные надземные сооружения неприемлемы из соображений эстетики, экологии, исторической ценности зданий, сложности технической реализации. Значит, это придется делать под землей, там же самое место для размещения парковок как решения проблемы дефицита автостоянок.

Задачи такого порядка требуют активизации разработок по созданию трехмерной модели всего подземного пространства города, как его инженерно-геологического строения, так и пространственного расположения подземных и наземных сооружений. Эти работы уже ведутся, и соответствующие разработки были использованы при проектировании станций Театральная, Дунайский проспект, Проспект Славы. Могу утверждать, что технология трехмерного моделирования будет последовательно внедряться в практику реализации подземных проектов, и 3D-проектирование подземного Петербурга – это, по всей видимости, уже близкая и реальная перспектива.

**– Большое спасибо, наша беседа, думаю, будет интересна не только специалистам, но и многим горожанам.**

Интервью провела Елена Васильева



# Услуги по разработке, внедрению, сопровождению технологий 3D для проектировщиков и строителей метрополитена и тоннелей



**i**nter**CAD**

125040, Москва, ул. Верхняя д. 34, оф. 921  
м.т. +7 (916) 574-1144, т. +7 (499) 426-0650

197342, Санкт-Петербург, ул. Белоостровская д. 28  
т. +7 (812) 496-6929, ф. +7 (812) 496-5272

ООО "ИнтерКАД" [www.icad.spb.ru](http://www.icad.spb.ru) [sales@icad.spb.ru](mailto:sales@icad.spb.ru)