

УДК 622.

*А.Н. Левченко*

**ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ  
И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ  
ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДА МОСКВЫ**

**О**своение недр земли – это область человеческой деятельности, связанная с изучением и практическим использованием земной коры в интересах создания требуемого уровня жизнеобеспечения общества.

Научное обеспечение проблемы освоения подземного пространства осуществляет строительная геотехнология – наука, предметом изучения которой являются: процессы взаимодействия конструкций подземных сооружений с массивом горных пород; методы проектирования и расчета конструкций подземных сооружений; способы и средства обеспечения их прочности, устойчивости и долговечности; способы и методы строительства, реконструкции и восстановления подземных сооружений; способы и средства механизации и автоматизации горно-строительных работ; способы охраны подземных сооружений от вредных природных и техногенных воздействий; методы организации и управления горно-строительными работами и их экономической эффективностью; материальные и трудовые ресурсы; методы и технические средства обеспечения безопасности работ; экологические последствия горно-строительных работ и меры по сохранению недр и окружающей среды.

Вместе с тем необходимо отметить, что методология проектирования освоения подземного пространства тесно связана с другой горной наукой – теорией проектирования освоения недр, то есть области горной системологии в виде системы зна-

ний о закономерностях взаимосвязи и методах установления параметров техногенного преобразования недр [1]

Из общей проблемы освоения подземного пространства в качестве исключительно важного направления следует выделить освоение городского подземного пространства. Опыт проектирования и строительства городов свидетельствует о том, что решение широкого круга социально-экономических, архитектурно-планировочных и экологических задач неотделимо не только от рационального использования наземных городских территорий, но и от планомерного и комплексного освоения подземного пространства городов, где целесообразно размещать сооружения различного назначения.

Широкое использование подземного пространства от примитивного обитания в карстовых пустотах до сооружения специальных строений с глубокой древности приучало человечество к экономии энергии и к требованиям охраны окружающей среды: не навреди, сохрани, улучшай. Это цитата из статьи академика Е.И. Шемякина, который является одним из основоположников идеи использования подземного пространства как среды обитания.

Растущий в мире интерес к освоению городского подземного пространства в значительной мере обусловлен положительными качествами подземных сооружений. Использование подземного пространства для размещения объектов различного назначения, помимо повышения эффективности использования недр и со-

хранения экологической чистоты, позволяют:

- разгрузить зону обитания человека от техногенных воздействий и инженерных сооружений;
- обеспечить естественную защиту всего того, что находится под землей; (эта защита является одновременно механической, термической, акустической и гидравлической);
- уменьшить загазованность и шум на городских улицах;
- исключить негативное влияние на эксплуатацию подземного объекта погодных и климатических условий;
- упростить и упорядочить работу транспорта;
- обеспечить безопасность при всех видах внешних воздействий (стихийных, техногенных и диверсионных);
- существенно экономить значительные площади ценных земель;
- сохранить городские исторические ландшафты, представляющие культурно-историческую ценность;
- уменьшить отрицательное воздействие потенциально-опасных производств;
- уменьшить затраты энергии на отопление и охлаждение помещения;
- сократить эксплуатационные расходы по сравнению с расходами альтернативных сооружений на поверхности;
- повысить степень безопасности движения транспорта и пешеходов;
- резко сократить в городе количество автотранспорта, используемого для доставки различных грузов, вывоза бытовых и промышленных отходов;
- экономить время населения в сфере транспортного обслуживания за счет приближения реализации услуг к потребителю;
- повысить уровень комфортности и безопасности жизнедеятельности человека.
- повысить размеры товарооборота и прибыли предприятий торговли, питания, сферы обслуживания, зрелищных и спортивных объектов за счет удобного

расположения их в зонах наиболее интенсивного скопления пешеходов и пассажиров - потенциальных посетителей перечисленных объектов.

Важная особенность подземного пространства города - его скрытость. Это качество может быть использовано в целях национальной безопасности, а также преодоления недостатков и эстетической непривлекательности отдельных видов технологического промышленного оборудования.

Комплексное использование подземного пространства необходимо для городов всех категорий, разница заключается лишь в номенклатуре и количестве сооружений, которые целесообразно размещать ниже земной поверхности с точки зрения капитальных вложений, экологического и социально-экономического эффекта.

Проблема комплексного использования подземного пространства городов в настоящее время является не альтернативной, а насущной задачей оптимального развития инфраструктуры города, поэтому выбор геотехнологической стратегии освоения подземного пространства таких мегаполисов как Москва является актуальной задачей.

Рациональное и эффективное использование городского подземного пространства – одна из важных задач, которая вытекает из концепции «Генерального плана развития Москвы до 2020 года»

Сегодня строительство каждого сколь угодно крупного объекта в столице в обязательном порядке предусматривает активное освоение находящегося под ним подземного пространства. Для проведения таких работ используется сложная, уникальная техника и высококвалифицированные специалисты.

В Москве строятся подземные торговые центры, паркинги, тоннели, транспортные развязки, прокладываются сотни километров инженерных коммуникаций.

Успех строительства подземных сооружений нового поколения зависит не только нетрадиционных проектных решений, но и в значительной степени от тех-

нических и организационных возможностей строителей и заказчиков, а также от схем инвестирования строительства и наличия средств.

Основными факторами, влияющими на размещение создаваемых в подземном пространстве объектов, являются:

- параметры города (площадь, протяженность, высотность и др.) и зонирование его инфраструктуры;
- рельеф местности, природные, геологические и гидрогеологические условия;
- функциональное назначение различных зон города (селитьба, промышленные и другие внеселитебные зоны);
- характер застройки.

Геотехнологическая стратегия освоения подземного пространства г. Москвы, должна базироваться на следующих принципах:

1. В связи с тем, что каждый административный округ города имеет свои градостроительные особенности, следует провести инвентаризацию существующих подземных сооружений, оценить необходимость реконструкции наземных объектов с целью размещения под ними или рядом подземных сооружений и возможность строительства новых, органично связанных с действующей подземной инфраструктурой города;

2. Совокупность мероприятий по строительству новых подземных сооружений и реконструкции наземных сооружений должна быть объединена в единую стратегию освоения подземного пространства г. Москвы.

Разработанная база данных позволит создать единый кадастр участков, на которых возможно строительство подземных сооружений, и необходимые предпосылки для выработки единой концепции компактной застройки с эффективными функциональными связями.

Пространственное решение создаваемых объектов, взаимосвязи их в профиле при вертикальном зонировании рекомендуется проводить в следующем порядке:

- I ярус (примерно до 5 м от поверхности) – пешеходные переходы с учреждениями попутного обслуживания, подземные помещения и малогабаритные служебные тоннели для загрузки объектов торговли, производственные и другие склады периодического пользования, проходные коллекторы, местные инженерные сети.

- II ярус (от 5 до 20 м) – трассы и тоннели мелкого заложения, пересадочные узлы, отдельные сооружения гаражей-автостоянок, железнодорожные вводы, магистральные инженерные сети и коллекторные тоннели, крупные склады периодического пользования и технологические емкости.

- III ярус (более 20 м) – тоннели и станции глубокого заложения, транспортные тоннели многофункционального использования, в том числе предназначенные для новых видов транспорта (экспресс-метрополитен, перспективный пассажирский и грузовой пневмотранспорт, магистральные коллекторы глубокого заложения).

На основании анализа и обобщения мирового опыта была проведена систематизация подземных сооружений, действующих в городских условиях, по основным регламентирующим признакам:

*По функциональному назначению* систематизация проводилась по четырем направлениям:

1. Хозяйственное назначение.

(промышленные предприятия, инженерные коммуникации, транспортные предприятия, объекты складского назначения, хранилища нефтепродуктов и др.).

2. Социальное назначение.

(культурно-просветительные и спортивные сооружения, торговли, общественного питания, бытового обслуживания, хранение документов и культурных ценностей, научные объекты, лечебные, спортивно-туристические и др. объекты).

3. Экологическое назначение.

(очистные сооружения, мусоросжигающие установки и др.).

#### 4. Объекты гражданской обороны.

От функционального назначения зависит объем сооружения, срок службы, ремонтпригодность, огнестойкость, комфортность условий труда, которая требует благоустройства и дополнительного инженерного оборудования для соблюдения норм по температурному режиму, вентиляции, освещению, шуму, вибрации, микроклимату, эргонометрическим параметрам.

*По объемно-планировочным решениям* систематизация проводилась по двум направлениям:

1. протяженные выработки (тоннели);  
(инженерные коммуникации, транспортные предприятия).

2. камерные выработки.

(к ним относится большинство подземных сооружений).

Основными регламентирующими признаками объемно-планировочных решений являются: расположение в массиве, этажность подземного сооружения, величина пролета, форма сечения, число пролетов, наличие входов и технические параметры, связанные с функциональным назначением.

*По месторасположению* относительно наземных сооружений все подземные объекты подразделяются на:

- отдельно расположенные (вне зоны наземной застройки) объекты;
- объекты, находящиеся непосредственно под зданиями и сооружениями и образующие единую цельную конструкцию;
- объекты, примыкающие к зданиям и сооружениям на поверхности.

Наименьшее удорожание строительства по сравнению с подземным (10-15 %) характерно для объектов, размещаемых непосредственно под зданиями в комплексе с наземными зданиями и сооружениями. Наибольшее удорожание (30-50 %) – при изолированном строительстве объектов [2].

*По способам строительства* систематизация проводилась по трем направлениям:

- открытый способ (котлованный с откосами или шпунтовым ограждением, «стена в грунте», опускной колодец и др.);
- закрытый способ (буровзрывной, комбайновый, щитовой, продавливание, микротоннелирование и др.);
- комбинированный (совместное применение различных способов).

На выбор способа строительства подземного сооружения большое влияние оказывают горно-геологические условия. При строительстве подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях следует применять вышеперечисленные способы строительства в сочетании со специальными способами подготовки массива горных пород (замораживание, водопонижение, тампонаж и др.)

Геотехнологическая стратегия освоения подземного пространства города концептуально должна базироваться на блочно-иерархическом подходе, который состоит в том, что сложная задача разбивается на последовательно решаемые группы задач меньшей размерности (стратегия строительства конкретного подземного сооружения, стратегия развития отдельного муниципального образования и города в целом)

Возможны два варианта принятия решения: эксклюзивные (например: торгово-рекреационный комплекс «Охотный ряд» под Манежной площадью, Московский международный деловой центр «Москва-Сити», Лефортовский тоннель третьего транспортного кольца и др.) и типовые (подземные автостоянки, склады, холодильники и др.)

На наш взгляд стратегическими направлениями в решении вопросов улучшения уровня комфортности жизни людей, экологии, создания новой среды обитания являются:

- строительство подземных автостоянок (принято Постановление Правительства Москвы «О целевой программе

строительства гаражей-стоянок в г. Москве на период 2005-2007 гг.»);

- вывод промышленных предприятий и коммунально-складских объектов из центра города;
- строительство культурно-оздоровительных центров в округах.

Научно-обоснованная геотехнологическая стратегия освоения подземного пространства г. Москвы создаст предпосылки для привлечения инвестиций, чему будет способствовать:

- наличие базы данных в округах (а в перспективе разработка кадастра подземных сооружений г. Москвы) участков, пригодных для строительства подземных сооружений различного функционального или многофункционального назначения с учетом примерной стоимости и затрат на строительство;

- разработка модульных технологий строительства и использования современного горно-строительного оборудования позволит при массовом строительстве снизить уровень капитальных затрат;

- разработка типовых проектов строительства камерных подземных сооружений для участков, имеющих аналогичные или близкие к ним горно-геологические условия, приведет к снижению капитальных затрат.

Особую значимость приобретают исследования, связанные с научным обоснованием и разработкой *высоких технологий* подземного строительства, то есть, технологий основанных на использовании результатов фундаментальных научных исследований и обеспечивающих достижение таких технических, экономических и социальных показателей, которые по своему уровню либо значительно превосходят все аналогичные показатели в данной отрасли производства, либо вообще недостижимы для существующих технологий. В подземном строительстве это технологии проведения выработок, основанные на использовании закономерностей влияния горно-строительных процессов на напряженно-деформированное состояние породного массива, позволяющие гибко реагировать на поведение окружающей среды и путем оперативного регулирования технологических параметров по данным непрерывного контроля, поддерживать оптимальное состояние системы «человек - подземное сооружение - массив горных пород. Разумеется, что неотъемлемой составляющей подобных технологий является полная механизация трудоемких работ, автоматизация контроля и обработки результатов наблюдений, высокий уровень безопасности и комфортности условий труда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Картозия Б.А., Корчак А.В., Мельникова С.А. Строительная геотехнология – М.: МГГУ 2003, 230с.

2. Черняк В.З. Управление инвестиционным проектом в строительстве. – М.: Русская Деловая Литература, 1998. 800 с.

3. Левченко А.Н., Лернер В.Г., Петренко Е.В., Петренко И.Е. Организация освоения подземного пространства. Сверхшения и надежды. – М.: ТИМР. 2002. 406 с.

#### Коротко об авторах

Левченко А.Н. – профессор кафедры «Строительство подземных сооружений и шахт», Московский государственный горный университет.