

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Кузнецова Е.В., Зайцева К.Н., Попова М.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Проектирование и строительство десятков городов свидетельствует о том, что многие вопросы, касающиеся социально-экономической, архитектурно-планировочной, а также экологической сферы, неотделимы не только от рационального использования наземных городских территорий, но и от комплексного освоения подземного пространства городов, где целесообразно размещать сооружения различного назначения. Одним из ключевых направлений новых технологий является интенсификация градостроительства за счет повышения этажности территорий на базе комплексного использования подземного пространства [1].

Проблема комплексного и планомерного использования подземного пространства городов на сегодняшний день является актуальной дилеммой оптимизированного развития инфраструктуры города, поэтому выбор геотехнологической стратегии освоения подземного пространства городов является актуальной задачей. Это вытекает из особой социальной значимости земли, и, прежде всего, земли как недвижимости особого рода, являющейся одновременно уникальным природным ресурсом, непрерывно воспроизводящим материальные блага, и территорией жизнеобитания, выполняющей целый ряд других жизненно важных функций на стыке человек-общество-природа в их исторической взаимосвязи и взаимодействии. [2]

В настоящий момент проблемы всех поселений в большей или меньшей степени связаны с использованием, принадлежащих им земельных ресурсов. Это объясняется той значительной ролью, которая земля играет в хозяйственной жизни любого поселения [3]. В Оренбурге остро стоит вопрос нехватки территорий для наземных автостоянок. Это касается не только общественных организаций, места работы, но и особое внимание нужно отдать жилым районам, где автостоянок и паркингов нет вообще. Стесненные условия заставляют людей оставлять автомобили в непредусмотренных для этого местах: проезжая часть, детские площадки и пешеходные дорожки.

Сегодня население Оренбурга, по данным Росстата, 556 тыс. 127 человек. На тысячу жителей приходится 288 автомобилей — это самый высокий показатель в Приволжском федеральном округе и 13-й по стране.

На сегодняшний день парковка представляет собой важнейший элемент инфраструктуры любого городского объекта: торгового комплекса, делового центра или жилого дома.

Использование подземного пространства для размещения объектов различного назначения, помимо повышения эффективности использования недр и сохранения экологической чистоты:

- могут размещаться практически повсеместно в городской черте, сохраняя исторические ландшафты, представляющие культурно-историческую ценность;
- не нарушают сложившуюся структуру городской застройки;
- сберегают энергоресурсы при эксплуатации;
- отличаются повышенной виброустойчивостью и акустической изоляцией;
- надежно защищены от прямого воздействия климатических факторов;
- обеспечивают естественную защиту от воздействия сейсмозрывных волн и проникающей радиации, что обеспечивает их неуязвимость от средств массового поражения;
- позволяют разгрузить зону обитания человека от техногенных воздействий и инженерных сооружений;
- уменьшают загазованность и шум на городских улицах;
- во много раз упрощают движение транспорта;
- позволяют сэкономить огромные площади ценных земель.

Например, в Финляндии считается экономически эффективным использование подземных бункеров для хранения дорожных антиобледенителей объемом от 500 м³ и более. Такие бункера располагают вдоль крупных магистралей [4]. Объем подземного развлекательно-культурного центра г. Драммен в Норвегии оценивается примерно в 200 тыс. м³ [5].

Что касается конструкций и материалов, из которых возводится паркинг, то чаще всего это монолитный железобетон. Монолитные железобетонные конструкции достаточно дешёвы.

Полы подземных парковок сегодня чаще всего устраивают бетонные с упрочнённым верхним слоем или с мастичным наливным покрытием. Преимущества таких полов: простая технология, низкие трудозатраты, высокая ударо-, водо- и маслостойкость, отсутствие пыли – сделали их исключительно популярным решением.

Так как сооружение заглубленное, необходимо особое внимание уделить гидроизоляции. Качественно выполненная гидроизоляция влияет на срок эксплуатации.

Перекрытия подземных стоянок могут быть балочными или монолитными. Сегодня при строительстве стоянок чаще всего применяется система огнезащиты железобетона на основе плит из каменной ваты, которая служит одновременно и теплоизоляцией.

Повышение энергоэффективности зданий и сооружений на сегодняшний день является актуальной задачей. Тут уместно сказать о расчетной температуре внутреннего воздуха в автостоянке. Принятая температура для дежурного отопления +5 °С. Плюсы очевидны: кроме комфорта пользования уменьшается время прогрева двигателей, соответственно, выбросы и расход воздуха на вентиляцию. В неотапливаемых подземных стоянках, кроме замораживания фундаментов, замораживаются принудительной вентиляцией машины и, соответственно, машины прогреваются значительное время, выделяя вредности и включая вентиляцию.

В связи с большим количеством систем разного назначения имеет смысл функционально и конструктивно совмещать системы общеобменной и противодымной вентиляции, что в конечном итоге приведет к снижению напорных характеристик вентиляторов и уменьшению электрической мощности двигателей – а это повышение энергоэффективности здания.

Целью нашего исследования является определение инвестиционной привлекательности и экономической эффективности проектов подземного строительства. Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи: выполнение расчетов и анализ коммерческой и сравнительной эффективности проектов подземного строительства.

Для доказательства вышеизложенной теории, мы приводим ряд сравнений энергоэффективности подземных и наземных сооружений. Для расчёта был взят жилой комплекс Дрезден г. Оренбург, оборудованный подземным паркингом. Для анализа была рассчитана аналогичная площадь наземного паркинга.

На основе проведённого теплотехнического расчёта и анализа строительных материалов был посчитан энергетический паспорт паркингов.

С помощью инженерной программы Valtec вычислили расчётное сопротивление конструкции и на основе расчётов в ручную сделали вывод, что для поддержания внутренней температуры в помещении в $+5^{\circ}\text{C}$ общей отапливаемой площади $A_h = 3434,7 \text{ м}^2$, необходимо около 63280,04 Вт, а для подземной автостоянки мощность отопительных приборов составит 48509 Вт.

Расчет рентабельности капитальных вложений от продажи 100 парковочных мест составит в среднем 35000 тысяч рублей. Себестоимость подземного паркинга площадью $S=3980 \text{ м}^2$ составила 92574,893 тысяч рублей.

Отношение прибыли от реализации к себестоимости реализованной продукции: $\text{ROCE} = (35000/92574,893) \times 100 \% = 37,8 \%$.

В итоге рентабельность капитальных вложений составила 37,8%.

Результаты выполненных в работе расчетов коммерческой эффективности показывают достаточную привлекательность их для инвестора в случаях продажи парковочных мест, а также предоставления для кратковременной парковки на условиях почасовой оплаты.

Из данных расчёта следует, что для обеспечения энергоэффективности автостоянок необходимо правильно подобрать теплоизоляционный и гидроизоляционный материалы. Но очевидным остаётся то, что для утепления и гидроизоляции подземной автостоянки необходимо только рассчитать перекрытие, в то время как для наземной автостоянки – наружные стены и покрытие в том числе. Не стоит забывать о том, что в подземной автостоянке сохраняется постоянство температуры, и никакие внешние атмосферные факторы не влияют на внутренний климат стоянки. В итоге энергопотребление на отопление подземного сооружения составило на 23,34 % меньше, чем аналогичного наземного объекта. Несмотря на разницу в стоимости с наземными автостоянками в 36 %, строительство подземных автостоянок имеет преимущество в вышеизложенных социально-экономических, архитектурно-планировочных и экологических аспектах, в том числе

срок окупаемости составляет 2-3 года. Определение цены земли является одним из главных условий эффективного использования земельных ресурсов. Должны быть обоснованы и разного рода платежи за землю, важнейшее значение имеет и расчетная величина, соответствующая экономическим запросам данного этапа [6]. 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. Они позволяют существенно сэкономить значительные площади ценных земель, сократить эксплуатационные расходы по сравнению с расходами альтернативных сооружений на поверхности, рентабельность капитальных вложений достигают 40 %, налог на земельный участок, он рассчитывается как процент (для Оренбургской области 1,5 %) от кадастровой стоимости земельного участка не взимается с собственника подземного сооружения. Как справедливо отметил Г.Е. Голубев: «развитие подземной урбанистики является необратимым процессом и знаменует собой качественно новый уровень современного городского жилищно-гражданского и другого строительства» [7].

Список литературы

1. Попов, А. В. Подземные этажи города / А. В., Попов, Л. И. Пелевин., Б. Д. Половов // *Архитектон*. 2002. № 3. С. 74-78.
2. Чешев, А. С. Эколого-мелиоративные аспекты регулирования земельных отношений в современных условиях [Электронный ресурс] / А.С. Чешев, Н.В. Алиева // *Инженерный вестник Дона*, 2012, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1168/.
3. Чешев, А. С. Эколого-экономические аспекты рационального использования и оценки земельных ресурсов поселений [Электронный ресурс] / А.С. Чешев, Н.С. Курбатова // *Инженерный вестник Дона*, 2012, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1320/. *Mining Engineering of Finland*. - London, 1990. - 190 p.
4. Воронюк, А. С. Рациональные схемы вскрытия мощных месторождений наклонными рудоподъемными выработками. - М.: Наука, 1972. - С. 93-94, 190-196.
5. Побегайлов, О. А. Инновационно-ориентированный подход к использованию городской земли [Электронный ресурс] // *Инженерный вестник Дона*, 2013, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1721/.
6. Черняк, В.З. Управление инвестиционным проектом в строительстве. – М.: Русская Деловая Литература, 1998. 800 с. 5. Инженерная и транспортная структура городов и территорий // *Градостроительство в век информатизации: сб. ст. М., 2002.*
7. Голубев, Г.Е. Проблемы подземной урбанистики // *Подземный город: геотехнология и архитектура: Тр. Международной конференции*. СПб, 1998. С.29-34.