

Исследуется развитие подземного пространства от истории освоения в первобытном мире до наиболее ярких примеров реализации настоящего времени. Особое внимание уделено освоению подземных пространств и древнего мира и периоду промышленной революции, Новому времени, когда произошел всплеск освоения подземной урбанистики. Затронут вопрос современных тенденций развития подземной архитектуры, которые заключаются в многоцелевом планировании пространства и комплексном освоении недр земли. Статья – первая публикация из цикла по данной теме.

Ключевые слова: подземная урбанистика; освоение подземных пространств; подземная архитектура. /

The article studies the evolution of underground spaces, from the history of their development in the primitive world to the most striking examples of their present-day realization. Particular attention is paid to the development of underground spaces and the ancient world, as well as the period of the industrial revolution, the modern times, when there was a surge in the development of underground urbanistics. The article touches upon modern trends in the development of underground architecture, which involve multi-purpose spatial planning and complex development of the interior of the earth. This article is the first publication of the series devoted to this topic.

Keywords: underground urbanistics; development of underground spaces; underground architecture

Предпосылки формирования подземных пространств / Prerequisites for formation of underground spaces

текст

Анастасия Холявко

Иркутский национальный исследовательский технический университет; Сибирская лаборатория урбанистики

Инна Дружинина

Иркутский национальный исследовательский технический университет /

text

Anastasia Kholiyavko

Irkutsk National Research Technical University; Siberian Laboratory of Urbanistics

Inna Druzhinina

Irkutsk National Research Technical University

Возникновение, развитие и освоение подземных пространств

Освоение подземного пространства началось в эпоху палеолита, путем приспособления первобытным человеком пещеры под жилую функцию за счет примитивных способов: заложение камнями входов, отбивка острых выступов в стене, выпиливание и др. Созданный природой дом в виде пещеры, защищавший от непогоды, оказался пригодным для хранения предметов быта и продуктов питания, служил надежным убежищем.

Освоение человеком природных подземных пустот послужило одним из толчков развития работ по выемки горных пород, от свойств которых зависела возможность использования подземного пространства. Скалистые прочные породы – это не только природный дар, но и основа для первоначальной строительной деятельности человека.

Одним из первых искусственных сооружений в недрах земли считается подземный могильный комплекс Древнего Египта и могильные холмы Индии (II и I тысячелетие до н. э.). К этому же времени относится строительство тоннелей под инженерные коммуникации: тоннель длиной 1,6 км на острове Самос (Греция), подводный тоннель Пхукет под рекой Евфрат (древний Вавилон).

Одним из наиболее ярких примеров подземной архитектуры, дошедших до наших дней, является район древней Каппадокии (ныне Турция). Археологические раскопки в этой местности выявили крупнейший в мире подземный жилой комплекс. На территории 5 тыс. км² каппадокийских долин обнаружено 41 подземное поселение, в которых найдены все принадлежности человеческого обитания: жилые помещения, склады, помещения для содержания скота, церкви, монастыри, пешеходные коридоры, вентиляционные тоннели и трубы, емкости для хранения воды и места захоронений.

Стоит отметить, что пещерные и рукотворные подземные жилые поселения, культовые и военные сооружения обнаружены практически на всех континентах во многих странах мира, в самых различных климатических зонах. Например, комплекс Чуфут-Кале в Крыму, остатки подземных монастырей VI–XIII вв. в Грузии, крупный

подземный городской комплекс пещерного типа Вардзиа (конец XII – начало XIII в., Грузия), включающий около 500 помещений, расположенных в 5-6 ярусах над рекой Кура.

Среди подземных сооружений, в разные века созданных человеком, важное место занимают инженерные коммуникации – канализационные каналы и водопроводы, встречающиеся и сегодня во многих греческих и римских городах. Среди развалин древнегреческого города Элевзиса в неповрежденном состоянии сохранился канал диаметром 1,5 м, который, по расчетам, смог бы удовлетворить и сегодняшние потребности этого города. О высоком уровне подземного строительства древнегреческих инженерных коммуникаций свидетельствуют также дугообразные кирпичи, изготовленные специально для строительства таких каналов.

Но подземные сооружения – это не только законсервированные объекты культурного наследия. В Северном Китае до сегодняшнего дня сохранились функционирующие подземные жилища. В провинциях Хунань, Шенси, Шаньси и Ганьсу их население достигает ориентировочно 10 млн. человек. Поселения располагаются под пашнями и состоят из помещений, вырытых в лессовом грунте. Перед жилыми помещениями создан заглубленный двор, который обеспечивает их естественным освещением и свежим воздухом. Подобная конструкция подземных жилищ с некоторыми модификациями существует сегодня и у коренного населения современного Туниса – берберов, ведущих отшельнический образ жизни.

Однако самым интересным на сегодняшний день примером является использование подземных полупещерных жилищ коренным населением греческого острова Тира (Санторини). Вырубленные в скальных породах полупещеры до сих пор используются островитянами в качестве основного жилья, гостиниц, складов или подсобных помещений. Сегодня это уже не примитивные пещеры, а современные жилища со всеми удобствами, пятизвездочные отели, рестораны, винные погреба и домашние православные церкви.

Использование подземного пространства в гражданском строительстве имеет многовековую историю,

связанную с необходимостью размещения под землей объектов культурно-бытового, коммунального назначения, многочисленных оборонительных, вспомогательных и складских помещений. Последнее занимает значительное место в подземном строительстве разных исторических эпох. Складирование товаров под землей издревле считалось целесообразным: здесь выполнялись важные условия термической стабильности и возможности задействования больших площадей.

Значение этих факторов ценно и с точки зрения жизнедеятельности городов предшествующих эпох: частые войны, пожары, опасность эпидемий и стихийных бедствий. Постоянная угроза длительной изоляции города от его окружения заставляла население городов создавать для себя крупные запасы.

Параллельно с развитием городских подвалов в Средние века развивалось и горное дело. Из комбинации проходческой деятельности и устройства креплений сводов возникло тоннелестроение, а с изобретением взрывчатых веществ открылась возможность для транспортного тоннелестроения.

Подземное строительство стало массовым с развитием рельсового транспорта и создания инженерного оборудования для проведения горных выработок для подземных железных дорог. Создание и развитие горного машиностроения, а затем совершенствование горных технологий дали возможность в конце XIX в. приступить к строительству первых городских подземных дорог (Лондон, 1863; Будапешт, 1896; Париж, 1900).

С началом массовой моторизации и автомобилизации городов появились проекты устройства городских участков железнодорожных линий, в том числе подземных – возникновение метрополитенов.

Мировая практика общественных подземных пространств

Увеличение потоков пассажирского и грузового транспорта в конце XIX в. стало причиной внесения изменений в традиционную планировочную структуру города и характер его застройки. Начался переход к формированию общегородских подземных систем, включающих различные типы подземных сооружений. Одним из первых крупных проектов подобного рода можно считать подземный переход на площади Оперы в Вене, в котором, помимо основной транзитной функции, разместились кафе и магазинчики.

Использование подземного пространства и размещаемых в нем функций существенно отличается в разных странах и городах. Его особенности зависят от исторических, экономических, фактических и изначальных условий развития [1].

Подземный город Монреала (RESO) – это сеть ходов, которая объединяет огромное количество объектов инфраструктуры в центре города и за его пределами. Он известен также как внутренний город и является самым большим искусственно созданным подземным комплексом в мире.

Основной причиной развития подземных строений Токио в Японии является большая перенаселенность и нехватка земли. Обжитые подземные владения Токио сегодня составляют уже более 300 тыс. м². Первый небольшой городок, «упрятанный» под землю, появился в японской столице еще в 1932 г. при станции метро Судате. Освоение подземного пространства с тех пор бурно развивается: в 1990-х гг. сооружено 15 подземных городов. Как правило, все они находятся в районах, прилегающих к крупным вокзалам и пересадочным узлам метрополитена. Это разветвленный комплекс индустрии услуг. Самый большой из них – Яэсу.

Хельсинки (Финляндия) также имеет большой опыт использования подземного пространства и по праву считается «подземной столицей мира». В настоящее время в Хельсинки разведано более 10 млн. м³ подземного пространства, функционирует более 400 подземных сооружений, проложено 220 км технических туннелей, 24 км водных туннелей и 60 км единых сервисных туннелей, которые включают теплоцентрали и системы охлаждения, электрические кабели и телекоммуникационное оборудование [2]. Такое развитие подземной инфраструктуры осуществляется благодаря каменным породам структуры почвы на неглубоком залегании.

Современные тенденции развития подземной архитектуры

Анализ исторического и современного опыта проектирования и строительства подземных сооружений позволил выявить, что на основных этапах своего развития они сопутствовали объединению небольших подземных зон в единую архитектурно-пространственную систему. Причем, на каждом следующем этапе развития, в связи с ростом количества функциональных процессов в подземных комплексах, прослеживается тяготение к многоцелевой эксплуатации пространств и организации качественного уровня предметной среды [3]. Наблюдается постепенное притяжение к компактным архитектурно-планировочным решениям.

Развитию подземной урбанистики сопутствует и особенность пространственной организации подземных сооружений. В отличие от традиционной наземной застройки, в подземных сооружениях нет потребности в существенных разрывах между собой, поэтому они могут простираться на большие территории. Все это способствует существенному повышению общей плотности застройки городских пространств и эффективности ее использования. Подземная архитектура значительно сокращает расходы на энергозатраты: естественные слои земли являются катализатором с высокой тепловой эффективностью, которая обеспечивает до 80% потребления энергии, что, в свою очередь, позволяет сократить расходы на отопление и охлаждение подземного здания в отличие от наземного. Это делает ее экологически привлекательной [4].

Очевидно, что глобальное использование городских подземных пространств поможет городам достигнуть целей устойчивого развития, идеи которого сейчас активно обсуждаются на различных мировых площадках всех уровней. И для оптимального результата необходимо долгосрочное проектирование и развитие.

«Современный город» уже не может не учитывать понятие подземного пространства, так как оно является одним из направлений строительства, позволяющим достичь большей свободы архитектурно-пространственных решений. Два противоположных, но всегда находящихся рядом друг с другом направления вертикального развития города – вверх и вниз – имеют очень важные различия:

- развитие «вверх» увеличивает жилой фонд;
- развитие «вниз» избавляет жилой фонд от второстепенных вспомогательных площадей, что позволяет сделать этот социальный вид архитектуры главным в городе [5].

Данные моменты необходимо учесть при многоцелевом планировании, которое возможно осуществить с помощью прогнозирования. Прогнозирование следует признать основным инструментом проектирования всего городского развития, а также развития всех элементов города, расположенных под землей. Отсюда следует, что при помощи этого инструмента можно наметить пути комплексного развития подземной урбанистики в целом.



ПЕРВОБЫТНЫЙ МИР

ДРЕВНИЙ МИР

СРЕДНЕВЕКОВЬЕ

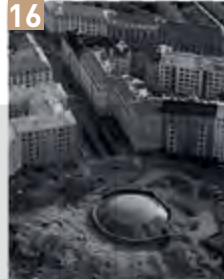
НОВОЕ ВРЕМЯ

НОВЕЙШЕЕ ВРЕМЯ

Литература

1. Беляев, В. Л. Освоение подземного пространства городов в аспекте их устойчивого развития // Вестник МГСУ. – 2014. – № 2. – С. 7–12
2. Демидова, Е. В. Опыт подземного строительства в городе Хельсинки // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2015. – № 1. – С. 9–14
3. Картозия, Б. А. Освоение подземного пространства крупных городов. Новые тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 1. – С. 615–629

4. Геотехника РОМГГиФ 2020. Вопросы и ответы [Электронный ресурс]. – Москва : Интернет-трансляция в режиме реального времени, апрель-июнь 2020 – URL : <http://rsmgfe.mybb.ru/viewtopic.php?id=16> (дата обращения: 15.03.2021)
5. Шилин, А. А. Освоение подземного пространства (зарождение и развитие) [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2005. — 307 с. — (Высшее горное образование). – URL : <https://rucont.ru/efd/196229> (дата обращения: 15.03.2021)



- до н.э.**
- 1 Пещерный город Каппадокия (тер. современной Турции)
 - 2 Ликийские гробницы (тер. современной Турции)
 - 3 Остров Тира (Санторини, Греция)
 - 4 Большая Клоака (Древний Рим)
 - 5 Древнеримские термы (Древний Рим)

- I в. н.э.**
- 6 Ад-Дэйр (тер. современной Иордании)
 - 7 Цистерна Базилика (Константинополь/Стамбул, Турция)

- XII в.**
- 8 Подземный монастырский комплекс «Вардзиа» (Грузия)

- XIX в.**
- 9 Дома Второва, Файнберга (Иркутск, Россия)
 - 10 Первое в мире метро, 1865 (Лондон, Великобритания)

- 11 Кельштайнхаус, 1938 (Баварские Альпы, Германия)
- 12 Больница в скале, 1939 (Будапешт, Венгрия)
- 13 Orepassage, 1955 (Вена, Австрия)
- 14 Подземный генеральный план Хельсинки, 1960 (Хельсинки, Финляндия)
- 15 Бункер подводных лодок, 1961 (Балаклава, Крым)
- 16 Церковь Темпелиауки, 1969 (Хельсинки, Финляндия)
- 17 Система пешеходных тоннелей «РАТН», 1970 (Торонто, Канада)
- 18 Подземный Сеул, 1974 (Сеул, Южная Корея)
- 19 Большой Лувр, 1989 (Париж, Франция)
- 20 Олимпийский пещерный зал «Йевик», 1994 (Йевик, Норвегия)

- XX в.**
- 21 Токийский противопоаводковый коллектор, 2006 (Токио, Япония)
 - 22 Реконструкция Большого театра, 2011 (Москва, Россия)
 - 23 Музей Тирпиц, 2017 (Дания)
 - 24 Музей Трои, 2018 (Чанаккале, Турция)

- XXI в.**

Таймлайн развития подземной урбанистики кратко отображает ее историю. Освоение берет свое начало еще с первобытных времен – пещер, которые со временем развития цивилизации разрастались в пещерные города. В средние века подземное пространство находило свое применение в качестве секретных хранилищ и тайных ходов. В период промышленной революции появилось первое метро, которое послужило толчком развития подземной урбанистики. В период Второй мировой войны и особенно в период холодной войны подземные сооружения нашли свое предназначение в качестве бункеров и бомбоубежищ. Со второй половины XX века в крупнейших городах некоторых стран возникла необходимость комплексного освоения подземных пространств, реализация идей которых идет и в наши дни.

References

- Belyaev, V. L. (2014). Osvoenie podzemnogo prostranstva gorodov v aspekte ikh ustoichevogo razvitiya [Development of underground spaces in the cities in the context of their sustainable development]. Vestnik MGSU, 2, 7-12.
- Demidova, E. V. (2015). Opyt podzemnogo stroitelstva v gorode Khelsinki [Underground building practices in Helsinki]. Akademichesky vestnik URALNIIPROEKT RAASN, 1, 9–14.
- Geotekhnika ROMGGiF 2020. Voprosy i otvety [Geotechnics of Russian Society for Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation Engineering. Questions and answers] (2020, April-June) [Online streaming]. Moscow.

Retrieved March 15, 2021, from <http://rsmgfe.mybb.ru/viewtopic.php?id=16>

Kartozia, B. A. (2015). Osvoenie podzemnogo prostranstva krupnykh gorodov. Novye tendentsii [Development of underground spaces in large cities. New trends]. Gornyi informatsionno-analitichesky byulleten (research and technological journal), 1, 615–629.

Shilin, A. A. (2005). Osvoenie podzemnogo prostranstva (zarozhdenie i razvitie) [Development of the underground space (beginning and evolution)] [Manual]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. Retrieved March 15, 2021, from <https://rucont.ru/efd/196229>