

## Список литературы

1 Аракелян, Г. Б. Математика и история золотого сечения / Г. Б. Аракелян. – М. : Логос, 2014. – 404 с.

2 Сам Строй : строительный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://dzen.ru/a/XOP5\\_-zz\\_wCzsDpy/](https://dzen.ru/a/XOP5_-zz_wCzsDpy/). – Дата доступа : 13.12.2023.

3 Волков, С. А. Золотое сечение в архитектуре [Электронный ресурс] / А. С. Волков. – Режим доступа : [http://www.culture-people.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=131/](http://www.culture-people.com/index.php?option=com_content&task=view&id=131/). – Дата доступа : 13.12.2023.

4 Василенко, Н. А. Стилевой и пропорциональный архитектурный анализ реконструируемого объекта на примере храма Почаевской иконы Божией Матери в г. Белгороде / Н. А. Василенко, Г. В. Коренькова, А. О. Земскова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2022. – № 11. – С. 64–76.

УДК 69.035.4

## ИСТОРИЧЕСКИЕ ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. ТИПОЛОГИЯ

*А. Н. САНКОВА, А. А. ВЕПРИКОВА*

*Научный руководитель – Л. В. Качемцева (канд. архитектуры, доцент)  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова, Российская Федерация*

В связи с расширением сферы обитания, производственной деятельности, решением все более сложных проблем жизнеобеспечения людей растет интерес к использованию подземного пространства. Это обуславливает внимание ученых и общественности к предыдущему опыту освоения подземного пространства и актуализирует вопросы бережного отношения к культурному наследию прошлых эпох в слоях грунта исторических территорий разных регионов, его исследования, всесторонней оценки и приобщения к современным функциям.

Начиная с глубокой древности, человек начал осваивать подземное пространство. Первыми подземными сооружениями считались естественные пещеры и полости в скальных породах, которые использовались нашими предками. Были обнаружены самые древние пещеры, которые использовались в качестве жилища (около 700–800 тыс. лет назад), вдоль реки Класис в Южной Африке. Считается, что уже примерно 5 тыс. лет назад люди повсеместно использовали естественные пещеры в качестве жилья [1].

В разных частях мира можно найти различные примеры пещерных поселений, которые были заселены древними людьми.

*Ласко, Франция.*

Ласко – одно из самых известных пещерных поселений, расположенных в южной Франции. Оно было заселено около 17 тыс. лет назад и содержит

множество наскальных рисунков и резьбы на стенах пещеры. Эти искусственные работы являются одними из самых ранних примеров художественного творчества человека.

*Матопос, Южная Африка.*

Матопос – пещерное поселение, расположенное в Южной Африке. Оно было заселено около 70 тыс. лет назад и является одним из самых старых известных пещерных поселений. В пещерах Матопос были найдены следы древних людей, а также орудия и останки животных, что свидетельствует о том, что они использовали пещеры для охоты и жизни.

*Чавет, Израиль.*

Чавет является пещерным поселением, расположенным в Израиле. Оно было заселено около 10 тыс. лет назад и является одним из наиболее известных археологических мест в регионе. В пещерах Чавет были найдены останки древних людей, а также орудия и керамика, что указывает на то, что они использовали пещеры для жизни и ремесленных занятий [2].

В период от 800 до 1500 лет назад были построены такие пещерные города, как Вардзия около города Боржоми и поселение Деринкуюю, что в переводе означает «темный колодец». В Испании подземные сооружения все еще существуют до сегодняшнего дня.

В настоящее время существуют различные подземные пещерные города, такие как Уплисхихе, известный как «Крепость Владыки» около города Гори, и город Петра на юге Иордании. Во Франции известно множество мест, где располагались траглотитские поселения, большинство из которых использовались как убежища рядом с деревнями и городами. В начале XX века около 20 тыс. французских граждан жили в пещерах, а в настоящее время многие пещеры оборудованы коттеджами для отдыха.

Начало создания систем искусственных полостей (горных выработок) связано с освоением первых полезных ископаемых, а также строительством пещерных городов и храмов, которые имитировали природные формы пещер.

В Каппадокии (Турция) обнаружено 40 подземных поселков и городов. Наибольшие из них Деринкуюю и Каймаклы, в которых могло разместиться около 30 тыс. человек. Эти прекрасно организованные жилые комплексы в VII веке были заселены христианами, спасавшимися бегством от религиозных преследований и нашествий арабов.

Более поздним примером могут служить пещерные монастыри Белгородского региона XVI – начала XX вв. Единственный действующий среди них Свято-Троицкий Холковский монастырь. В 1990 г. пещеры монастыря были освобождены от многолетних осипей. Вскоре исторический памятник стал филиалом областного краеведческого музея, куда приезжали организованные экскурсии. Богослужения в подземном храме монастыря возобновили в 1995 г. Решением Священного синода Русской православной церкви в 1998 г. Свято-Троицкий Холковский монастырь был открыт официально [3].

Уже в древности началось разделение сооружений на гражданские и культовые (религиозные). Со временем гражданские объекты стали разделяться на три группы, включающие в себя различные подземные сооружения:

- частные квартиры (дворцы, замки, дома, хозяйственные постройки);
- общественные здания (помещения для собраний, театры, библиотеки, бани);
- промышленные и инженерные сооружения (тоннели, каналы, каменоломни, хранилища, водопроводы и др.).

В процессе дальнейшего развития подземной архитектуры, транспортных коммуникаций, гидротехнических и фортификационных сооружений, а также хранилищ появилось множество разнообразных подземных объектов (таблица 1) [4].

**Таблица 1 – Типология подземных объектов**

Назначение	Типы объектов	Примеры начала использования. Месторасположение
Жилые комплексы	Полуподземное жилище	Склоны Сулейман-горы (Ош, Киргизия) жилища располагались на искусственных насыпных террасах; Малая и большая пещеры Чжоукоудянь в Северном Китае)
	Пещерно-скальное подземное жилище	Долина Кали-Гандана и Тукуш в княжестве Мустанг
	Пещерно-подземное жилище	Абу-Матар (долина Иордана) Горы Эр-Риф, окружающие долину Зегзеле (Марокко)
	Подземное жилище	Жилой комплекс Беер-Шева (Палестина), расположенный на долине Иордана
	Подземные города	(3000 г. до н.э.) Кесария Каппадокийская, Цезария
Культовые сооружения	Первичные захоронения	Почти совпадает со временем освоения пещер первобытными людьми
	Подземные объекты курганов и пирамид	2700 до н. э. (Пирамида царя Джосера) 1000-300 г. д. э. (курганы-могильники Маунд, Америка)
	Катакомбы	I ст. н. э. (Римские катакомбы)
	Пещеры и храмы	12 тыс. лет до н. э. (Северная Испания)
	Пещерные монастыри	II ст. до н. э. (Аджанта)
Туннели	Транспортные	2150 г. д. э. (пешеходный тоннель под рекой Евфрат в Вавилоне)
	Гидротехнические	III ст. до н. э. (Китай, тоннель для отведения вод реки Минцзянь)
Фортификационные сооружения	Крепости в скальных массивах	I ст. до н. э. (Пещерные города и крепости Капподокии)
	Подземные ходы и хранилища	II ст. до н. э. (подземные выходы из крепостей – Древняя Армения)
	Подкопы под крепостями	520 г. до н. э. (захват города Халкедон Дарием I)

Техногенная деятельность человечества под землей ведется уже многие тысячелетия. В начале естественные полости использовались по различному назначению. Позже с теми же целями стали использоваться и искусственные подземные сооружения [5]. Типология подземных сооружений в целом сложилась давно на основе исторических объектов. Но этот список открыт и пополняется в последнее время.

Подземные пространства и сейчас используются для размещения жилых, коммерческих и инфраструктурных объектов. Но туда в последнее время перемещаются кинотеатры, музеи, выставки, торговые объекты и др.

Подземные пространства могут служить как защита от природных и техногенных катастроф. Они обладают высокой устойчивостью к землетрясениям, ураганам, наводнениям и другим стихийным бедствиям. Кроме того, подземные строения могут быть использованы для хранения опасных веществ или ядерных отходов.

### Список литературы

1 История освоения подземного пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studfile.net/preview/2890485>. – Дата доступа : 17.12.2023.

2 От пещер до домов: история заселения пещер и развитие первых обитателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/zaselenie-peshher/>. – Дата доступа : 17.12.2023.

3 Подземные города Каппадокии – Деринкую и Каймаклы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cappadociavisit.com/cappadocia-podzemniy-gorod/>. – Дата доступа : 17.12.2023.

4 Проектирование заглубленных жилищ / Р. Стерлинг [и др.]. – М. : Стройиздат, 1983. – 192 с. ил. – пер. изд.: Earth sheltered housing design / R. Sterling [et al.]. – 1978, 1979.

5 **Слукин, В. М.** Архитектурно-исторические подземные сооружения (типология, функция, генезис) : учеб. для вузов / В. М. Слукин. – Изд-во Уральского ун-та, 1991. – 135 с.

УДК 624.072

## РАСЧЕТ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ И ИХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

*К. А. СИРОШ*

*Научный руководитель – О. В. Козунова (канд. техн. наук, доцент)  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Теория расчета приведена в [1]. При расчете несущего элемента узла сопряжения (закладной детали узла сопряжения) в нелинейной постановке