



ЗНАЧЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15491068>

Ирина Вагифовна Габимова,
Кандидат архитектуры (PhD), и.о. профессора
Кафедры “Архитектура и Градостроительство”,
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ КИМЁ в Ташкенте.
irina.gabimova@mail.ru

Абдуллаева Мадина Шухратовна,
Докторант кафедры «Архитектура и градостроительство»
Международного химического университета Ташкента
madina-abdullayeva-95@mail.ru

Аннотация. Современная архитектура всё чаще обращается к решениям, направленным на снижение энергопотребления и минимизацию воздействия на окружающую среду. Одним из таких решений являются подземные сооружения, которые благодаря своему расположению обладают рядом преимуществ в области энергоэффективности. Постоянная температура почвы, защита от внешних климатических факторов и возможность гармоничного вписывания в природный ландшафт делают подземную архитектуру перспективным направлением устойчивого строительства.

Ключевые слова: градостроительство, подземное строительство, зелёная архитектура, устойчивый дизайн, энергоэффективность, геотермальная энергия, солнечная энергия, социальная интеграция,

подземная инфраструктура, транспортная система, инновационная архитектура, геотехника, устойчивое развитие, энергосбережение

Annotatsiya. Zamonaviy arxitektura tobora ko‘proq energiya sarfini kamaytirish va atrof-muhitga ta’sirni minimallashtirishga yo‘naltirilgan yechimlarga murojaat qilmoqda. Shunday yechimlardan biri — bu yerosti binolari bo‘lib, joylashuvi tufayli energiya samaradorligi sohasida bir qator afzalliklarga ega. Tuproqning doimiy harorati, tashqi iqlim omillaridan himoya va tabiiy landshaftga uyg‘unlashish imkoniyati yerosti arxitekturasini barqaror qurilishning istiqbolli yo‘nalishiga aylantiradi.

Kalit so‘zlar: Shaharsozlik, yer osti qurilishi, yashil arxitektura, barqaror dizayn, energiya samaradorligi, geotermal energiya, quyosh energiyasi, ijtimoiy integratsiya, yer osti infratuzilmasi, transport tizimi, innovatsion arxitektura, geotexnika, barqaror rivojlanish, energiya tejamkorlik.

Актуальность темы исследования: В мировой архитектуре всё активнее ищутся новаторские решения — важными становятся не только эстетика, но и функциональность, польза и устойчивость. Подземные сооружения являются инновационным решением на этом пути: они гармонируют с природой, экономят энергию и способствуют защите окружающей среды. Это не только архитектура настоящего, но и архитектура будущего.

Зелёная архитектура и устойчивое строительство сегодня являются крайне актуальными темами в контексте охраны окружающей среды, энергосбережения и улучшения здоровья населения. В особенности, подземные сооружения способствуют достижению современной энергоэффективности, минимальному вреду для окружающей среды, защите национального наследия и развитию городской инфраструктуры. С учётом богатого исторического наследия Узбекистана и его уникальных климатических условий, развитие подземного строительства может стать эффективным путём к достижению энергосбережения и устойчивости.

Уже в 1946 году шведские специалисты подчёркивали экономическую целесообразность строительства подземных предприятий. Несмотря на то, что строительство подземных заводов обходится на 15% дороже, чем наземных, их эксплуатационные расходы значительно ниже. Поэтому разница в затратах на строительство между наземными и подземными объектами со временем окупается.¹

Подземные сооружения эффективно используют природную тепловую массу земли и стабильность температуры. Здания, построенные под землёй, подвержены меньшему влиянию резких внешних климатических изменений и могут значительно снизить затраты на энергию. Геотермальный эффект и тепловая инерция обусловлены постоянством климатических условий в нижних слоях земли, благодаря чему подземные сооружения обеспечивают стабильную внутреннюю среду без необходимости интенсивного охлаждения летом и отопления зимой. Этот эффект тепловой инерции может снизить потребление энергии до 80%. Такие системы позволяют существенно уменьшить количество энергии, необходимой для обогрева и охлаждения помещений. Использование солнечной энергии в сочетании с концепцией солнечного дизайна в подземных сооружениях может привести к практически нулевым энергетическим затратам. Свет в глубину здания может проникать через центральные атриумы и зеркальные конструкции, равномерно распределяя солнечный свет внутри помещения.

Экономия строительных материалов достигается за счёт сокращённой внешней поверхности подземных сооружений по сравнению с обычными зданиями, что снижает потребление строительных материалов и затраты на техническое обслуживание. Кроме того, подземные здания обладают высокой устойчивостью к природным явлениям, таким как ветер, пожар и землетрясения, что делает их более безопасной средой. В городах Узбекистана, особенно в таких крупных центрах, как Ташкент, Самарканд,

¹ <https://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/realizovannye-proekty/madrid-rio-project/>

Бухара и других, интенсивный транспортный поток по основным магистралям создаёт серьёзную нагрузку на инфраструктуру. Это приводит к заторам, загрязнению воздуха и потере времени. Развитие подземного строительства (туннели, подземные дороги, пешеходные переходы, метро) в пределах магистралей имеет важное значение для повышения эффективности городской среды. В мировой практике подземные пространства широко используются для транспортных нужд (метро, туннели), торговли, культурных объектов, складов и даже жилых зданий. В этом направлении успешно реализованы крупные проекты в Японии, Южной Корее, Китае, Швеции и Канаде.² Например, в Токио и Сингапуре подземные городские комплексы играют важную роль в снижении плотности застройки и оптимизации транспортных потоков.³

Таблица 1.

**Энергосбережение, достигаемое с помощью подземных сооружений,
и их основные преимущества.**

Преимущества	Описание	Эффективность энергосбережения
Геотермальная инерция	Постоянная температура в нижних слоях земли	~80%
Солнечный дизайн	Доставка солнечного света с помощью атриумов и зеркал	100% (максимальное покрытие энергопотребностей)
Экономия материалов	Снижение потребления строительных материалов	Низкие затраты, минимальные отходы

² **BURIED BUILDINGS AS AN EXAMPLE OF ARCHITECTURE THAT STRIVES TO BE ENERGY EFFICIENT**
Kristina Krstich , Veliborka Bogdanovich , Miomir Vasov,Ivana Bogdanovich - Protich , Sanya Spasich Djordjeovich
Architecture and Civil Engineering Vol. 15, No 3, 2017, pp. 403 - 413

³ **Голубев Г.Е.** Подземная урбанистика и город. - М.: ИПЦ МИКХиС, 2005.- 124с.

Ильичев В. А., Голубев Г. Е. Руководство по использованию подземного пространства крупных городов. – М., 2004.

Конюхов Д. С. Использование подземного пространства. Учеб. пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2004. – 296 с., ил.

Природная защита	Высокая устойчивость к ветру, пожарам и землетрясениям	Повышенная безопасность
------------------	--	-------------------------

В Узбекистане, помимо ташкентского метрополитена и нескольких подземных пешеходных переходов, подземная инфраструктура пока ещё не получила широкого развития. Тем не менее, геологические и климатические условия страны благоприятствуют активному освоению подземного пространства.



Рисунок 1. На схеме показаны стратегии зеленой архитектуры и их взаимосвязи.

В статье проводится анализ международных и региональных научных исследований, охватывающих такие темы, как энергетическая эффективность подземных сооружений, геотермальные системы, зелёная архитектура, принципы устойчивого дизайна, а также социальные, психологические и культурные аспекты интеграции подземных пространств⁴.

⁴ Estimation of heating and cooling energy consumption of earth-sheltered buildings due to the hot dry climate changing - case study: Shahdad Desert Sahar Koohestani, Mohammad Farrokhzad, Mahdieh Pazhouhanfar Journal of Climate Change Research 2020, 1(4): 21-34

Предложения и рекомендации

Выбор пилотных городов: Реализация пилотных проектов по развитию подземной инфраструктуры в таких городах, как Ташкент, Самарканд, Бухара и Наманган.

Создание научно-исследовательских центров: Необходимо открыть центры, изучающие геологические, сейсмические и экологические аспекты подземного строительства.

Принятие специализированных программ: Разработка и финансирование государственной программы типа «Подземная инфраструктура – 2030».

Подготовка специалистов: Обучение архитекторов и инженеров в области подземного строительства с изучением зарубежного опыта.

Подземные парковки и туннели в исторических центрах: В Самарканде и Бухаре строительство подземных парковок и туннелей вокруг исторических зон поможет сохранить охраняемую городскую среду.

Цифровизация городских магистралей: Проведение полного цифрового анализа дорожной сети для выявления участков с наибольшей потребностью в подземной инфраструктуре.

Энергоэффективные решения: Использование природной вентиляции и современных геотермальных систем.

Усиление инженерно-геотехнического анализа: Создание геоинформационных баз данных подземных ресурсов в каждом городе.

Совершенствование законодательства: Разработка нормативной базы по правовому, экологическому и имущественному регулированию подземных территорий.

Создание условий для инвесторов: Развитие подземной инфраструктуры на основе государственно-частного партнёрства.

Внедрение современных технологий: Использование «умных туннелей», геотермальной энергии, естественной вентиляции и энергосберегающих устройств.



Рисунок 2. Подземный пешеходный переход: дневное время — полностью обеспечен естественным освещением.

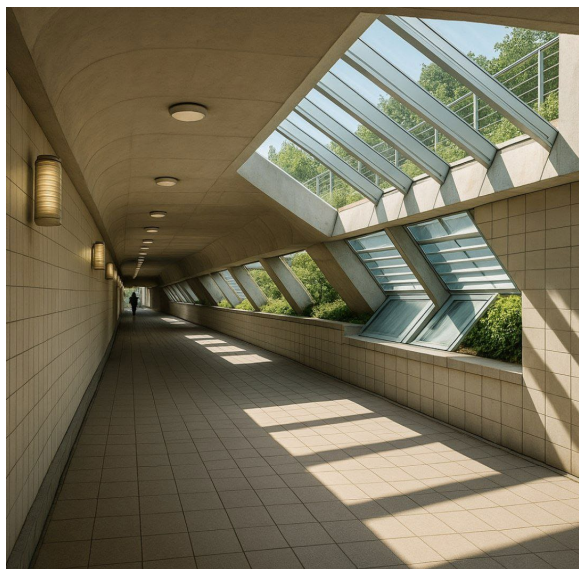


Рисунок 3. Внутренний вид подземного пешеходного перехода: в тёмное время суток используется энергия от возобновляемых источников.



Рисунок 4. Способы использования естественного освещения в подземном пространстве.

Ожидаемый экономический эффект:

- Возможность экономии поверхности земли в центре города и её использования для других целей (парки, дороги);
- Снижение экономических потерь за счёт оптимизации транспортных потоков;
- Сокращение коммунальных расходов за счёт энергоэффективных зданий;
- Создание новых рабочих мест и развитие местной экономики за счёт привлечения инвесторов;
- Снижение потерь времени в транспорте, повышение производительности труда;
- Улучшение качества городского воздуха, сокращение загрязнения, вызванного пробками;
- Освобождение городских территорий, увеличение зелёных зон и общественных пространств;
- Расширение деятельности торговых и сервисных объектов, рост экономической активности.

Список использованной литературы:

1. Dronkelaar, C. van, Cóstola, D., Mangkuto, R.A. and J.L.M. Hensen. 2014. "Heating and cooling energy demand in underground buildings: potential for saving in various climates and functions"
2. Д. У. Исамухамедова Шахр ва кишлоклар реконструкцияси. Тошкент "Iqtisod+moliya" 2018
3. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика и город. - М.: ИПЦ МИКХиС, 2005.- 124с.
4. Ильичев В. А., Голубев Г. Е. Руководство по использованию подземного пространства крупных городов. – М., 2004.
5. Конюхов Д. С. Использование подземного пространства. Учеб. пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2004. – 296 с., ил.
6. Голубев Г.Е. Использование подземного пространства в крупных городах. – М.: Стройиздат, 1979. – 49 с.
7. Вукан Р. Вучик Транспорт в городах, удобных для жизни М. : Территория будущего, 2011 .— 574 с
8. Ричард Нельсон Фрай Бухара в Средние века На стыке персидских традиций и исламской культуры © Перевод, ЗАО «Центрполиграф», 2016
9. Buried buildings as an example of architecture that strives to be energy efficient Kristina Krstich , Veliborka Bogdanovich , Miomir Vasov,Ivana Bogdanovich - Protich , Sanya Spasich Djordjevich Architecture and Civil Engineering Vol. 15, No 3, 2017, pp. 403 – 413.
10. Estimation of heating and cooling energy consumption of earth-sheltered buildings due to the hot dry climate changing - case study: Shahdad Desert Sahar Koohestani, Mohammad Farrokhzad, Mahdiah Pazhouhanfar Journal of Climate Change Research2020, 1(4): 21-34
11. Earthen Architecture: Sustainable and Eco-Efficient Construction *Karthik Chadalavada1,, Shaik Sameer* International Journal of Sustainable Building Technology Vol 3 Issue 2