

Биоархитектура – современный взгляд на подземное строительство

А.А.Бахтина, Б.А. Гулямов, А.И. Гиясов

*Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет, Москва*

Аннотация: преобразование природной среды заставит человечество искать новый взгляд на проблемы архитектуры и городского дизайна. В наши дни строительство пассивных домов является стандартом, а зеленые крыши включены в дизайн современных городов. Поэтому городской кластер будет постепенно трансформироваться в устойчивые бионические системы, что позволит защитить природу и остановить дальнейшую деградацию и эксплуатацию общественных зеленых насаждений.

Ключевые слова: биоархитектура, внешняя среда, архитектура, ландшафт.

Люди веками адаптировали свою среду обитания к условиям окружающей среды, руководствуясь главным образом инстинктом выживания. Чтобы построить первые примитивные дома, они использовали натуральные материалы, которые они находили во время охоты. Дома были сосредоточены в поселениях, которые давали людям чувство безопасности. Они были построены как на земле, так и под землей, например, в скалах. Подземные жилые конструкции можно найти как в жарких местах, так и в местностях с низкой температурой. Земля является хорошим теплоизолятором, поэтому температура в подземных домах обеспечивала им достаточный тепловой комфорт.

Современные экологические проблемы, включая изменения климата, загрязнение окружающей среды, изменения среды обитания и постепенное разрушение ландшафта, несомненно, будут способствовать новому взгляду на вопросы строительства домов, а также городского дизайна, иным способом, чем прежде [1].

Восстановление гармонии между природой и миром, в которой человек постоянно преобразуется, очень сложно. Города, в которых мы живем чаще всего, не похожи на зеленые анклавы, а здания - зачастую, несмотря на свою



красоту, не создают единства с природной средой. Негативные изменения в окружающей среде вынуждают нас изменить свое мышление и войти в другое измерение дизайна домов и населенных пунктов (как в городах, так и в деревнях). Текущие тенденции дизайна меняются, так как наше экологическое сознание становится новой парадигмой дизайна, а шаблоны проектирования учитывают сосуществование природы в городе и создание систем бионического строительства – и [2], следовательно, все больше и больше зданий с зелеными крышами и вертикальными садами, которые играют важные экологические функции в городском кластере. Современные и дальновидные проекты, вдохновленные природой, были известны Захой Хадид, чье видение футуристических зданий идеально соответствует современным задачам дизайна. В наше время все смелее говорят о домах, которые находятся под землей или в полых скалах. Нарушая табу и негативное отношение людей к жизни под землей, природная среда может в будущем восстановить утраченные территории, которые были изменены или опустошены в результате деятельности человека. На самом деле это возврат к оригинальным решениям, где защита от изменяющихся погодных условий, а также поддержание определенного баланса между деятельностью человека и природой, является важным элементом.

Идея строительства подземных домов не нова. По всему миру можно найти множество зданий такого типа, в том числе поселения и небольшие города. Примерами этого могут быть дома в Китае, особенно в провинциях: Хунань, Хэнань, Шэньси и Ганьсу. Там живет около 10 миллионов человек. Примером такого города является Санменся в провинции Хэнань, который в 2005 году был включен в Национальный список памятников китайскими властями, оценивая его культурную и историческую ценность очень высоко [3,4]. Первые поселения в этом районе были созданы в бронзовом веке (около 2000–1500 гг. до н.э.), но на самом деле город процветал во времена

правления династии Мин в 14 веке. Первые жители построили поселение почти полностью под землей, чтобы выжить в сложных климатических условиях. В результате, город из 10 000 домов был вырезан в лесополосе. Средний дом расположен примерно на 6–7 метров под поверхностью земли, а его длина составляет около 10–12 метров. География дома практически одинакова во всех случаях: кухонная комната, ванная комната, несколько спален и камер, предназначенных для домашних животных (свиней и/или домашней птицы). Все было спроектировано в форме куба, где его центр - своего рода двор, являющийся репрезентативной частью дома, не имеющий крышу. Кроме того, в каждом доме был колодец, который во время проливных дождей также служил приемником избытка воды. Крыша дома была фактически областью, которая могла использоваться различными способами: например, дополнительной полезной областью для домовладельцев, или она была частично использована в сельскохозяйственных целях. Такие дома очень прочные и энергоэффективные - они имеют достаточную постоянную температуру внутри, что дает большой комфорт использования, они звукоизоляционные и сейсмостойкие. Однако между домами не было прямой связи, так что никаких дополнительных соединительных сооружений, таких как туннели, не было. Чтобы добраться до другого дома, нужно было выйти на поверхность, а затем спуститься туда по лестнице.

В современном мире есть много примеров зданий, которые были построены под землей и играют либо жилую, либо служебно-утилитарную роль: например, офисы и магазины, расположенные под землей. Станции метро, расположенные под многими городами, также являются частью подземной модели, так же как и бункеры, которые были построены в основном в Европе, а также в Соединенных Штатах или Китае во время холодной войны. Тем не менее, трудно говорить о их экологической

функции, поскольку они были созданы в основном для военных целей, а приюты были построены для гражданского населения. В настоящее время, когда парадигма дизайна переходит к сознательной защите природной среды и ландшафтных ценностей, многие дизайнеры приспособливают свои проекты к новым вызовам, которые получают признание среди экологов и сторонников устойчивой архитектуры.

Малкольм Уэллс был великим сторонником строительства подземных домов. Он был архитектором, который в 1960-х годах в качестве ответа на строительство автомагистрали по соседству с его офисом спроектировал свой офис под землей, а затем спроектировал множество похожих домов [5]. У Уэллса было много последователей, которые использовали концепцию устойчивого дизайна в гармонии с природой. Среди них можно указать Уильяма Моргана, который построил дом на дюне или, собственно говоря, построил этот дом в дюне, чтобы добиться большей стабилизации здания.

Питер Ветч - автор футуристического мини-жилья Помесье, расположенного на севере Швейцарии, в городке Дитикон, где он спроектировал и построил девять домов, разделяющих внутренний двор прудом, что идеально вписывается в окружающий ландшафт, одновременно повышая его привлекательность [6].

В настоящее время строятся не только отдельные подземные дома, но и подземные города, такие как Кубер-Педи в Австралии, примерно в 680 км к югу от Алис-Спрингс. Кубер-Педи - шахтерская деревня, которая была основана после Первой Мировой Войны с прибытием шахтеров в этот район [7]. Дома были полностью выкопаны в скале и связаны сетью коридоров, напоминающих узкие дороги. Сегодня в городе проживает около 3500 жителей. Есть дома, кафе и театр. Город прекрасно функционирует и в то же время стал туристической достопримечательностью.

Дома, построенные под землей, несмотря на их большие преимущества, имеют недостатки и часто вызывают много споров и эмоций. Утверждалось, что подземное жилье связано с влажностью, темнотой, насекомыми, грызунами и т.д. Это часто является предметом табу. Кроме того, психологический аспект играет очень важную роль, где чувство безопасности, контроля или обычной клаустрофобии может определять наши эмоции, связанные с этим типом домов. Также, материалы, из которых мы делаем дома, небезразличны людям. Например, подземные дома не могут быть сделаны из дерева, но стены можно облагородить деревом. При принятии решения о том, стоит ли строить дом полностью или частично под землей, все плюсы и минусы таких инвестиций должны быть приняты во внимание. Преимущества и недостатки строительства подземных домов были представлены в таблице 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки подземного строительства домов.

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none">• более низкие затраты на строительство по сравнению с обычными,• более низкие затраты на содержание дома,• является многолетней жилищной системой,• лучшее использование пространственного потенциала местности,• устойчивость к землетрясениям и торнадо,• безопасная среда обитания в экстремальных погодных условиях,• огнестойкость,• высокая термическая эффективность;• энергосбережение,	<ul style="list-style-type: none">• психические барьеры - особенно в конструкциях без окон,• во многих случаях слишком небольшое количество дневного света,• из-за плохого дизайна здания могут появиться проблемы с вентиляцией и качеством воздуха в отдельных помещениях,• в случае плохой теплоизоляции здания могут возникнуть проблемы с влажностью, грызунами и насекомыми,• во время наводнения существует вероятность затопления жителей в подземном доме,• существует вероятность обрушения дома в случае структурных

<ul style="list-style-type: none">• большая акустическая изоляция,• использование меньшего количества материалов, чем в обычных домах, и в случае домов Earthship использование переработанных материалов,• выделение места для растений и животных - поддержка естественных экологических процессов и поддержание высококачественных мест обитания,• значительное влияние на сокращение выбросов CO₂ в атмосферу за счет снижения потребности в энергии и оставления на поверхности земли растительного покрова, поддержки биотопов и биологического разнообразия,• минимальное воздействие на ландшафт.	<p>дефектов и неправильного использования участка над домом (крыша, крыша с древесной растительностью),</p> <ul style="list-style-type: none">• необходимость в очень хорошей защите крыши дома специальной антикоррозийной пленкой, для предотвращения повреждения растениями,• в случае строительства жилых комплексов или подземных городов потребуются специализированные технические и инфраструктурные решения, которые могут значительно увеличить затраты,• отсутствие четко определенных строительных норм или их полное отсутствие во многих странах Европы и по всему миру.
--	--

Строительство подземных городов в наше время является огромной проблемой с точки зрения техники, инфраструктуры и логистики. Перемещение городов, дорог, заводов под землю вызовет много проблем, включая водоснабжение, канализацию, удаление отходов, вентиляцию, освещение или психосоматические барьеры. Часть технических решений у нас уже есть, так как, с одной стороны, есть опыт наших предков, живущих в подземных городах, и опыт жителей Кубер-Педи в Австралии. У нас также есть хорошо развитые линии метро, в которых люди находятся каждый день, или торговые центры, где торговые площади располагаются на -1 этаже. Психологический барьер людей с использованием метро постепенно разрушается. Люди часто даже не понимают, сколько времени они



действительно проводят под землей. С другой стороны, эти города могут быть более подвержены террористическим атакам из-за их расположения.

Крупные города в каждом уголке мира ежегодно растут быстрыми темпами. В мире можно наблюдать два доминирующих явления. Первый связан с перемещением людей из деревень в городские районы, так что жизненное пространство в городе начинает стремительно сокращаться. Второе, вызываемое разрастанием городов, означает довольно неконтролируемое распространение городской структуры из-за растущего числа населения в городе. В местах зеленых насаждений есть здания, зелень переносится на крыши, создаются вертикальные сады. Но этого все еще недостаточно. Мы уничтожаем природу из наших городов и разрушаем природную среду. Прогнозируется, что в 2050 году численность населения может составить более 9 триллионов человек, и как минимум 2/3 из них будут жить в городах. В развивающихся мегаполисах территория стала дефицитным товаром. Мы уже наблюдаем рост квартир и цен на жилье в крупных мегаполисах, таких как Токио, Мехико, Лондон, Париж, Нью-Йорк и т.д. Растут проблемы с дорожной инфраструктурой и связью. Эта проблема будет расти год от года из-за систематического увеличения количества автомобилей - в некоторых городах их число увеличивается быстрее, чем население. Эта ситуация отражается на ухудшении качества воздуха, а строительство высоких и расположенных рядом небоскребов только усугубляет его, что поднимает проблему городской вентиляционной системы. Современные, шумные дневные и ночные города и населенные пункты чрезвычайно энергозатратны, косвенно способствуя увеличению CO₂ в атмосфере. Ландшафтные ценности часто сильно нарушаются, что косвенно влияет на комфорт людей. Из-за переполненности городов и экологических проблем было бы целесообразнее рассмотреть возможность

постепенного перемещения всех или части наземных инвестиций, включая всю дорожную инфраструктуру и жилье.

В ходе рассмотренных примеров, и анализируя опыт наших предшественников, можно наметить дальнейший ход развития городов в подземной её части, что существенно поможет остановить стремительно растущие проблемы. Конечно, этот процесс будет развиваться постепенно и в течение многих лет, но благодаря его инициации и дальнейшей реализации мы получим не только новые поверхности для жизни людей на нашей планете, но и окажем положительное влияние на мир растений и животных. Сохранение и поддержание на поверхности земли зеленых садов или естественных лесов и мест обитания окажет огромное влияние на качество природной среды во всех измерениях, включая ландшафтное. Таким образом, мы остались с изменением парадигмы проектирования городов и встречи с природой.

Литература

1. Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Ли Ю.В., Экологическое строительство как инновационный подход в строительной индустрии // Инженерный вестник Дона, 2018, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5146
2. Сеферян Л.А., Воронцовва О.В., Швец Ю.С., Методы повышения энергоэффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона, 2018, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4847
3. Скупов Б.А., подземная жизнь Китая, 2017. URL: ardexpert.ru/article/9608
4. Alkaff S.A., Sim S.C., Efzan M.N.E., Renew and Sustain. Energ. Review 60, 2016, pp.692–713.
5. Labs K., Underground Space 1, 1976, 1 pp.35–156.
6. Altan H., Hajibandeh M., Anissa K., Aoul T., Deep A., Passive

Design, ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes, 2016, pp.209–236.

7. De Munari A., Capão D.P.S., Richards S.S., Schäfer A.I., Desalination 248, 2009, 72–82.

8. Картозия Б.А. Научное обеспечение подземного строительства, Специальный совместный выпуск журналов Метро и Подземное пространство мира, Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000, №1. URL: ir.nmu.org.ua/jspui/bitstream/123456789/2040/1/Kartozia2010.pdf.

9. Kaliampakos D., *Proced. Engineer.* 165, 2016, pp.205–213.

10. Kaliampakos D., Benardos A., *WIT Transactions on the Built Environment* 102, 2017, pp.1743–3509.

References

1. Tuxareli V.D., Tuxareli A.V., Li Yu.V., *Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)*, 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5146.

2. Seferyan L.A., Voronczovva O.V., Shvecz Yu.S., *Inzhenernyj vestnik Dona (Rus)*, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4847.

3. Skupov B.A., 2017. URL: ardexpert.ru/article/9608.

4. Alkaff S.A., Sim S.C., Efsan M.N.E., *Renew. and Sustain. Energ. Review* 60, 2016, pp.692–713.

5. Labs K., *Underground Space* 1, 1976, pp.135–156.

6. Altan H., Hajibandeh M., Anissa K., Aoul T., Deep A., *Passive Design, ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes*, 2016, pp.209–236.

7. De Munari A., Capão D.P.S., Richards S.S., Schäfer A.I., *Desalination* 248, 2009, pp.72–82.

8. Kartoziya B.A., *Special'nyj sovместnyj vy`pusk zhurnalov Metro i Podzemnoe prostranstvo mira, Informacionno-izdatel'skij centr «TIMR» (Rus)*,



2000, №1, URL:
ir.nmu.org.ua/jspui/bitstream/123456789/2040/1/Kartozia2010.pdf.

9. Kaliampakos D., *Proced. Engineer.* 165, 2016, pp.205–213.

10. Kaliampakos D., Benardos A., *WIT Transactions on the Built Environment* 102, 2017, pp.1743–3509.