

Современная архитектура Йемена находится на стыке традиционных строительных практик и инноваций, связанных с изменением климата и урбанизацией. В данной статье анализируются основные проблемы, с которыми сталкивается архитектура страны, включая экологические и социокультурные факторы, и предлагаются пути совершенствования проектирования и организации городской среды с учетом природного потенциала и климатических особенностей региона. Особое внимание уделяется экологичным материалам и ландшафтной интеграции для улучшения микроклимата, способности к восстановлению и экологической устойчивости при сохранении национальных традиций.

Ключевые слова: современная архитектура; экологические факторы; климатические условия; местные материалы; энергоэффективность; архитектурные решения; экологическая устойчивость. /

Modern architecture in Yemen is at the intersection of traditional building practices and new challenges associated with climate change and urbanization. This article analyzes the main problems faced by the country's architecture, including environmental and sociocultural factors, and proposes ways to improve the design and organization of the urban environment, taking into account the natural potential and climatic features of the region. Special attention is paid to eco-friendly materials and landscape integration to enhance microclimate, resilience, and environmental sustainability while preserving national traditions.

Keywords: modern architecture; environmental factors; climatic conditions; local materials; energy efficiency; architectural solutions; environmental sustainability.

Современная архитектура Йемена: проблемы и решения / Modern architecture in Yemen: problems and solutions

текст

**Наджиб Абдулхалик
Мохсен Мохаммед Аль-
Бадви**

Российский университет
дружбы народов имени
Патриса Лумумбы (Москва)

Иван Халиль

Российский университет
дружбы народов имени
Патриса Лумумбы (Москва)

text

**Najib Abdulkhaleq Mohsen
Mohammed Al-Badwi**

Patrice Lumumba Peoples'
Friendship University of
Russia (Moscow)

Ivan Khalil

Patrice Lumumba Peoples'
Friendship University of
Russia (Moscow)

Вступление

Архитектура Йемена отражает его богатую культурную историю и разнообразные природные и климатические условия, которые сформировали архитектурную самобытность страны. Традиционная йеменская архитектура развивалась в тесной связи с окружающей средой, что нашло отражение в использовании местных строительных материалов – камня, глины и дерева, формировании характерных городских сооружений и применении адаптированных к климату дизайнерских решений. Многоэтажные дома-башни, гибкая пространственная организация, машрабия, витражные окна «камария» и продуманная ориентация зданий обеспечивали тепловой комфорт и энергоэффективность, способствуя устойчивости среды обитания [1].

После революции 1962 года и последующего открытия страны внешнему миру йеменская архитектура претерпела значительные изменения. Внедрение новых строительных технологий, современных материалов и заимствованных архитектурных форм привело к преобразованию традиционного облика городов. Расширение административного и жилого строительства сопровождалось постепенной утратой ряда устойчивых принципов традиционной архитектуры и возникновением комплекса экологических, социальных, экономических и культурных проблем.

В современных условиях йеменская архитектура оказывается в сложном положении: необходимо одновременно сохранять культурное наследие и адаптироваться к вызовам изменения климата и стремительной урбанизации. Это требует всестороннего переосмысления архитектурной практики и разработки устойчивых решений, учитывающих природный потенциал региона и его социокультурные особенности.

Факторы трансформации архитектуры Йемена

Трансформация современной архитектуры в Йемене обусловлена сочетанием социокультурных, экономических, технологических и политических факторов, которые возникли во второй половине XX и начале XXI века. Эти процессы существенно изменили традиционные принципы проектирования, строительства и организации городской среды.

Одним из ключевых факторов стала культурная глобализация и распространение средств массовой информации, которые способствовали внедрению нового образа жизни и ценностей. Это привело к постепенному отходу от традиционных форм коллективного проживания и увеличению спроса на индивидуальное жилье, что оказало заметное влияние на архитектуру и городское планирование. Расширение внешних контактов, трудовая миграция и поездки граждан за границу способствовали распространению новых архитектурных идей и заимствованию зарубежных строительных моделей [2].

Участие международных строительных компаний и растущая открытость Йемена мировым рынкам также повлияли на развитие архитектуры. По оценкам Всемирного банка, институциональные реформы и урбанизация значительно изменили пространственную и функциональную структуру йеменских городов [3]. Эти преобразования привели к появлению новых типологий зданий, строительных стандартов и стратегий планирования, которые отличаются от традиционных моделей городского развития.

Важной вехой стала технологическая революция 1990 годов, особенно развитие коммуникационных технологий, которые обеспечили более тесную интеграцию Йемена в мировое информационное пространство. Это ускорило обмен профессиональными знаниями и способствовало внедрению современных инженерных решений и строительных технологий.

В то же время наблюдалось снижение роли традиционных мастеров-строителей, обладавших практическими знаниями и опытом в адаптации зданий к природным и климатическим условиям. На смену им постепенно пришли инженеры и архитекторы с академической подготовкой, ориентированные на современные международные тенденции дизайна [2]. Этот процесс способствовал модернизации строительной отрасли, но в некоторых случаях привел к ослаблению связи между архитектурой и местной средой и традициями.

Дополнительным фактором стало широкое использование современных строительных материалов – железобетона, стали, блоков промышленного производства и систем отделки. Эти технологии позволили преодолеть ограничения традиционных материалов, расширили воз-

Introduction

Yemen's architecture reflects its rich cultural history and diverse natural and climatic conditions, which have shaped the country's unique architectural identity. Traditional Yemeni architecture developed in close connection with the environment, which was reflected in the use of local building materials stone, clay, and wood, the formation of characteristic urban structures, and the application of climate-adapted design solutions. Multi-story tower houses, flexible spatial organization, mashrabiya, stained glass "kamariya" windows, and thoughtful building orientation ensured thermal comfort and energy efficiency, contributing to the sustainability of the living environment (Al-Ghazali, 2005).

After the 1962 revolution and the subsequent opening of the country to the outside world, Yemeni architecture underwent significant changes. The introduction of new construction technologies, modern materials, and borrowed architectural forms led to the transformation of the traditional appearance of cities. The expansion of administrative and residential construction was accompanied by a gradual loss of a number of sustainable principles of traditional architecture and the emergence of a complex of environmental, social, economic, and cultural problems.

возможности проектирования и ускорили процесс строительства, но в то же время изменили характер архитектурных решений и градостроительную структуру городов.

Таким образом, трансформация йеменской архитектуры стала результатом совместного воздействия процессов глобализации, технологических изменений, институциональных реформ и социокультурных сдвигов. Эти факторы заложили основу для возникновения современных архитектурных проблем, требующих системного анализа и поиска путей устойчивого развития.

Вопросы проектирования и строительства. Проектирование и строительство являются основополагающими этапами в формировании архитектурной среды, определяющими функциональность, долговечность, экономическую эффективность и комфорт зданий. Однако современная архитектурная практика в Йемене характеризуется рядом системных недостатков, обусловленных несоблюдением принципов климатически адаптированного проектирования и рационального использования строительных технологий.

Одной из ключевых проблем является отсутствие гибкости в пространственно-планировочных решениях и отказ от традиционных архитектурных приемов, которые доказали свою эффективность в местных условиях. Во многих современных жилых зданиях недостаточно учитываются ориентация, форма и компактность объема, пропорции остекления и затенения, а также особенности оформления проемов. Игнорирование этих факторов приводит к увеличению тепловой нагрузки на оболочку зданий и снижению их энергоэффективности.

Нарушения климатически ориентированных принципов проектирования проявляются и в широком применении незащищенного остекления и стеклянных фасадных систем без соответствующих солнцезащитных решений. Необработанное стекло значительно увеличивает проникновение солнечной радиации во внутренние помещения, способствуя перегреву и повышению теплопроводности конструкций [4]. Кроме того, чрезмерная инсоляция вызывает визуальный дискомфорт и ухудшает условия эксплуатации помещений. Дополнительной проблемой является недостаточная герметичность оконных систем из алюминия и дерева, вследствие чего возникает утечка воздуха и увеличиваются теплопотери через проемы.

In modern conditions, Yemeni architecture finds itself in a difficult situation: it is necessary to simultaneously preserve cultural heritage, and adapt to the challenges of climate change and rapid urbanization. This requires a comprehensive rethinking of architectural practice and the development of sustainable solutions that take into account the natural potential of the region and its socio-cultural characteristics.

Factors transforming Yemeni architecture

The transformation of modern architecture in Yemen is due to a combination of socio-cultural, economic, technological, and political factors that emerged in the second half of the 20th century and early 21st century. These processes have significantly changed the traditional principles of design, construction, and organization of the urban environment.

One of the key factors was cultural globalization and the spread of mass media, which contributed to the introduction of new lifestyles and values. This led to a gradual departure from traditional forms of collective living and an increase in demand for individual housing, which had a noticeable impact on architecture and urban planning. The expansion of external contacts, labor migration, and citizens' trips



< Рис. 1. Использование остекления большой площади. Фото автора / Fig. 1. Use of large-area glazing (source: author's photos)

Во многих зданиях отсутствуют механизмы регулирования интенсивности освещения и вентиляции, что ограничивает возможность адаптации внутренней среды к изменяющимся климатическим условиям.

Использование строительных материалов с высокой теплопроводностью – железобетона, цементных блоков и тонкостенных конструкций без теплоизоляционных слоев – способствует формированию неблагоприятного микроклимата. Применение этих материалов без дополнительных защитных мер приводит к быстрому нагреву помещений в дневное время и значительным потерям тепла ночью, особенно в жарких и сухих регионах страны. Горизонтальные бетонные крыши без теплоизоляции получают максимальное количество солнечного излучения, что еще больше повышает внутреннюю температуру зданий.

Аналогичная проблема наблюдается при широком использовании больших площадей остекления без надлежа-

abroad contributed to the spread of new architectural ideas and the adoption of foreign construction models (Lewcock, 1986).

The participation of international construction companies and Yemen's growing openness to global markets have also influenced architectural development. According to World Bank estimates, institutional reforms and urbanization have significantly changed the spatial and functional structure of Yemeni cities (World Bank, 2021). These transformations have led to the emergence of new building typologies, construction standards, and planning strategies that differ from traditional urban development models.

An important milestone was the technological revolution of the 1990s, especially the development of communication technologies, which ensured Yemen's closer integration into the global information space. This accelerated the exchange of professional knowledge and contributed to the introduction of modern engineering solutions and construction technologies.

At the same time, there was a decline in the role of traditional master builders, who possessed practical knowledge and experience in adapting buildings to natural and climatic conditions. They were gradually replaced by engineers and architects with academic training, focused on modern international design trends (Lewcock, 1986). This process contributed to the modernization of the construction

industry, but in some cases led to a weakening of the connection between architecture and the local environment and traditions.

An additional factor was the widespread use of modern building materials—reinforced concrete, steel, industrially produced blocks, and finishing systems. These technologies made it possible to overcome the limitations of traditional materials, expanded design possibilities, and accelerated the construction process, but at the same time changed the nature of architectural solutions and the urban fabric of cities.

Thus, the transformation of Yemeni architecture was the result of the combined impact of globalization processes, technological changes, institutional reforms, and sociocultural shifts. These factors laid the foundation for the emergence of contemporary architectural problems that require systematic analysis and the search for sustainable development paths.

Problems of contemporary Yemeni architecture

Studying the reality of Yemeni architecture and knowing about the changes taking place, during which many interpretations and solutions of traditional Yemeni architecture were ignored, as well as citing Western architecture and superficially imitating some of its aspects, all of this has had a negative impact on contemporary

щего затенения в современной жилой архитектуре (рис. 2).

Существуют также конструктивные проблемы: увеличение веса зданий из-за применения тяжелых материалов, недостаточная устойчивость к сейсмическим воздействиям и отсутствие современных инженерных расчетов, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации.

В совокупности эти недостатки не позволяют современным зданиям обеспечить тепловой, световой и вентиляционный комфорт. Это, в свою очередь, повышает зависимость от систем искусственного охлаждения и кондиционирования воздуха, что приводит к увеличению потребления невозобновляемых источников энергии и росту экономической нагрузки на население.

Представленные проблемы указывают на необходимость пересмотра подходов к проектированию и строительству с учетом климатических особенностей региона, внедрения энергоэффективных технологий и возвращения к принципам адаптивного архитектурного проектирования.

Экологические проблемы. Современная архитектура Йемена характеризуется рядом экологических противоречий, связанных с растущим потреблением энергии, нерациональным использованием природных ресурсов и недостаточной реализацией принципов устойчивого развития. В глобальном контексте архитектурная деятельность считается одним из существенных факторов, влияющих на окружающую среду, включая рост выбросов парниковых газов и повышенную нагрузку на природные экосистемы.

Одной из наиболее серьезных проблем является увеличение выбросов углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и других газов из-за высокого энергопотребления зданий, особенно в жарком климате. Значительные площади незащищенного остекления, отсутствие теплоизоляции и зависимость от систем кондиционирования воздуха увеличивают нагрузку на энергетический сектор и способствуют косвенному загрязнению окружающей среды [5].

Дополнительным фактором является интенсивное использование природных ресурсов – дерева, камня, мрамора и других материалов – без учета принципов рационального потребления. В результате урбанизации происходят трансформация природных территорий, включая освоение сельскохозяйственных угодий, и изменения в ландшафте, что нарушает экологический баланс.

Современные здания часто не соответствуют принципам устойчивого развития и справедливости по отношению к будущим поколениям, поскольку ресурсы эксплуатируются без долгосрочной стратегии сохранения природного потенциала.

Экономические проблемы. Архитектурная деятельность оказывает значительное влияние на экономику как на уровне отдельных домохозяйств, так и на уровне государства. Одной из ключевых экономических проблем является высокое потребление невозобновляемых источников энергии из-за неэффективного проектирования и эксплуатации зданий.



> Рис. 2. Широкое использование остекления без надлежащего затенения в современных жилых зданиях в Йемене приводит к увеличению поступления солнечного тепла и снижению энергоэффективности. Фото автора / Fig. 2. Extensive use of glazing without adequate shading in contemporary residential buildings in Yemen, leading to increased solar heat gain and reduced energy efficiency (source: author's photos, Ibb)

Yemeni architecture, resulting in the loss of some aspects of palace architecture. There are also various architectural, environmental, cultural, and social problems, which we will discuss below:

1. Design and construction issues

Design and construction are fundamental stages in the formation of the architectural environment, determining the functionality, durability, cost-effectiveness, and comfort of buildings. However, modern architectural practice in Yemen is characterized by a number of systemic shortcomings due to non-compliance with the principles of climate-adapted design and the rational use of construction technologies.

One of the key problems is the lack of flexibility in spatial planning solutions and the rejection of traditional architectural techniques that have proven their effectiveness in the local climate. Many modern residential buildings do not take sufficient account of orientation, form and compactness of volume, proportions of glazing and shading, as well as the specifics of opening treatment. Ignoring these factors leads to increased thermal load on the building envelope and reduced energy efficiency of buildings.

Violations of climate-oriented design principles are also evident in the widespread use of unprotected glazing and glass facade systems without appropriate sun protection solutions. Untreated

glass significantly increases the penetration of solar radiation into interior spaces, contributing to overheating and increased thermal conductivity of structures (Al-Dimini & Halbouni, 2009). In addition, excessive insolation causes visual discomfort and deteriorates the operating conditions of premises.

An additional problem is the insufficient tightness of window systems made of aluminum and wood, which leads to air leakage and increased heat loss through openings.

Many buildings lack mechanisms for regulating lighting and ventilation intensity, which limits the ability to adapt the indoor environment to changing climatic conditions.

The use of building materials with high thermal conductivity reinforced concrete, cement blocks, and thin-walled structures without thermal insulation layers has a significant impact on the formation of an unfavorable microclimate. The use of these materials without additional protective measures leads to rapid heating of rooms during the day and significant heat loss at night, especially in hot and dry regions of the country. Horizontal concrete roofs without thermal insulation receive the maximum amount of solar radiation, which further increases the internal temperature of buildings.

Значительная часть энергии теряется из-за оболочек зданий, в первую очередь из-за плохо изолированных окон и фасадов, изготовленных из материалов с высокой теплопроводностью. Это приводит к увеличению эксплуатационных расходов, особенно на системы охлаждения в жарком климате. По оценкам Всемирного банка, значительная доля расходов, связанных со строительным сектором в Йемене, обусловлена неэффективной инфраструктурой, необходимостью технического обслуживания и высокими эксплуатационными расходами, которые ложатся дополнительным бременем на ограниченные экономические ресурсы страны [3].

Другой важной проблемой является зависимость от импортных строительных материалов и технологий, что ложится дополнительным финансовым бременем на национальную экономику. Кроме того, нерациональное использование материалов ведет к образованию строительных отходов и дополнительным экономическим потерям.

Таким образом, экономическая неэффективность современных архитектурных решений повышает уязвимость страны в условиях ограниченных ресурсов.

Культурные проблемы. Архитектура традиционно была средством формирования культурной идентичности в обществе. Однако в современном Йемене наблюдается постепенная утрата местного архитектурного колорита. В отсутствие строгих регулирующих механизмов проектные решения часто принимаются без учета исторического и культурного контекста, что способствует размыванию городской идентичности.

Универсальные архитектурные формы часто заимствуются без адекватной адаптации к местному контексту, что приводит к поверхностному копированию зарубежных дизайнерских моделей и ослаблению архитектурной самобытности [6].

В этом контексте аналогичные процессы наблюдались в архитектуре Арабского Востока, где широко обсуждались вопросы культурной репрезентации и трансформации идентичности в современных условиях [7–9].

Социальные проблемы. Современная архитектура оказывает непосредственное влияние на социальную структуру общества. Одной из существенных проблем является ограничение приватности в жилых зданиях,

что вынуждает жителей использовать дополнительные защитные решения, искажающие внешний вид фасадов.

Игнорирование демографических и социокультурных особенностей территорий приводит к формированию пространств, не соответствующих традиционным моделям социального взаимодействия. Дополнительные проблемы связаны с безопасностью эксплуатации зданий, включая риски электротравм и недостаточную защиту от несанкционированного доступа.

Взаимосвязь между архитектурной средой и психологическим и социальным благополучием жителей также подчеркивалась в недавних исследованиях, в которых говорилось о важности архитектурных решений, учитывающих культурные особенности [9].

Эстетические проблемы. Архитектура как форма художественного самовыражения иногда теряет свою целостность и гармонию. Одно из наиболее заметных проявлений этого – визуальное искажение фасадов из-за установки внешних систем кондиционирования воздуха, что сопровождается шумом, выделением конденсата и дополнительным потреблением энергии.



< Рис. 3. Пренебрежение местным архитектурным стилем. Фото автора / Fig. 3 Disregard for the local architectural style (source: author's photos)

A similar problem is observed in the widespread use of large glazing areas without adequate shading in contemporary residential architecture (Fig. 2).

There are also structural problems: an increase in the weight of buildings due to heavy materials, insufficient resistance to seismic effects, and a lack of modern engineering calculations aimed at ensuring operational safety.

Taken together, these shortcomings result in the inability of modern buildings to provide thermal, lighting, and ventilation comfort. This, in turn, increases dependence on artificial cooling and air conditioning systems, which leads to an increase in the consumption of non-renewable energy sources and increases the economic burden on the population.

The problems presented indicate the need to review design and construction approaches, taking into account the climatic characteristics of the region, the introduction of energy-efficient technologies, and a return to the principles of adaptive architectural design.

2. Environmental issues

Contemporary architecture in Yemen is characterized by a number of environmental contradictions related to growing energy consumption, irrational use of natural resources, and insufficient implementation of sustainable development principles. In a global context,

architectural activity is considered one of the significant factors affecting the environment, including the growth of greenhouse gas emissions and increased pressure on natural ecosystems.

One of the most serious problems is the increase in emissions of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and other gases due to the high energy consumption of buildings, especially in hot climates. Significant areas of unprotected glazing, lack of thermal insulation, and dependence on air conditioning systems increase the burden on the energy sector and contribute to indirect environmental pollution (Al-Awag, 2018).

An additional factor is the intensive use of natural resources wood, stone, marble, and other materials without regard for the principles of rational consumption. There is also a transformation of natural areas as a result of urbanization, including the development of agricultural land and changes in the landscape, which disrupts the ecological balance.

Modern buildings often fail to comply with the principles of intergenerational equity and sustainable development, as resources are exploited without a long-term strategy for preserving natural potential for future generations.

3. Economic issues

Попытки компенсировать недостаток приватности установкой высоких штор и другими временными решениями негативно сказываются на внешнем виде городской среды. В результате получается фрагментарная и противоречивая архитектурная картина.

Таким образом, эстетические проблемы современной архитектуры тесно связаны с функциональными, социальными и климатическими аспектами проектирования.

Пути совершенствования современной архитектуры в Йемене

Совершенствование современной архитектуры в Йемене требует комплексного подхода, основанного на интеграции принципов устойчивого развития, адаптации к климатическим условиям и сохранении культурной самобытности. Архитектурная практика должна обеспечивать функциональность, безопасность, энергоэффективность и комфортность внутренней среды при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Недавние исследования в области теории архитектуры подчеркивают роль креативности, культурного восприятия и взаимодействия между городской средой и психологией человека в формировании устойчивых архитектурных решений [7–9].



> Рис. 4. Использование наружных защитных штор в жилых зданиях [5, с. 143] / Fig. 4. Use of external privacy curtains in residential buildings [5, p. 143].

В контексте климатических и социально-экономических задач модернизация архитектуры должна основываться на следующих принципах.

1. Принцип адаптивного использования традиций. Одним из ключевых направлений развития является переосмысление традиционного архитектурного опыта и адаптация его к современным условиям. Это включает в себя сохранение и развитие глинобитного строительства с применением натуральных изоляционных материалов и систем естественной вентиляции; адаптацию традиционных башенных домов к современным функциям (жилым, административным, гостиничным); использование местных строительных материалов для снижения выбросов углекислого газа и транспортных расходов [10]. Традиционная архитектура Йемена демонстрирует высокий уровень адаптации к климату, что может служить основой для устойчивого развития.

2. Принцип энергоэффективности. Учитывая высокую солнечную активность Йемена, рациональное применение возобновляемых источников энергии является стратегическим приоритетом развития. Ключевые меры включают в себя установку солнечных панелей и разработку автономных систем энергоснабжения; внедрение пассивных архитектурных решений (оптимальная ориентация зданий, управление остеклением, естественное затенение); совершенствование технологий теплоизоляции и энергоэффективных систем охлаждения. Энергоэффективность снижает эксплуатационные расходы и нагрузку на энергетическую инфраструктуру страны.

3. Принцип рационального использования воды. Учитывая ограниченный характер водных ресурсов, внедрение систем рационального водопотребления, особое значение имеют сбор и повторное использование дождевой воды; внедрение систем фильтрации и рециркуляции; территориальное планирование с учетом дефицита воды и особенностей гидрологического режима [11].

4. Принцип ландшафтной интеграции. Архитектурные решения должны учитывать природный рельеф, микроклимат и экологические особенности региона. Первоочередные мероприятия включают озеленение крыш и фасадов для снижения перегрева; создание внутренних дворов и микрооазисов; сохранение местной флоры и ее интеграцию в городскую структуру [12]. Ландшафт-

Architectural activity has a significant impact on the economy, both at the level of individual households and at the level of the state. One of the key economic issues is the high consumption of non-renewable energy sources due to inefficient building design and operation.

A significant portion of energy is lost through building envelopes, primarily through poorly insulated windows and facades made of materials with high thermal conductivity. This leads to increased operating costs, especially for cooling systems in hot climates. According to World Bank estimates, a significant proportion of the costs associated with the construction sector in Yemen are due to inefficient infrastructure, the need for maintenance, and high operating costs, which place an additional burden on the country's limited economic resources (World Bank, 2021).

Another important problem is the dependence on imported construction materials and technologies, which places an additional financial burden on the national economy. In addition, the irrational use of materials leads to the generation of construction waste and additional economic losses.

Thus, the economic inefficiency of modern architectural solutions increases the country's vulnerability in conditions of limited resources.

ная интеграция способствует созданию комфортной и устойчивой городской среды.

5. Принцип сохранения культурной самобытности. Современные здания должны оставаться частью культурного ландшафта страны. Это подразумевает сохранение национальных архитектурных мотивов в отделке и планировке; гармоничное сочетание исламских архитектурных традиций с современными технологиями; разработку образовательных программ в области экологически ориентированной архитектуры в Йемене.

6. Принцип социально ориентированного проектирования. Архитектура должна учитывать интересы местных сообществ и способствовать улучшению качества городской среды. К важным направлениям относятся создание общественных пространств; обеспечение безопасности и неприкосновенности частной жизни; использование архитектуры как инструмента постконфликтного восстановления и социального единства [3].

Реализация этих принципов позволит сформировать архитектурную модель, сочетающую традиционные ценности, современные технологии и требования устойчивого развития. Комплексный подход к модернизации архитектурной практики является необходимым условием для формирования энергоэффективной, экологически устойчивой городской среды в Йемене и ее культурной идентичности.

Выводы

Современная архитектура Йемена претерпевает глубокие преобразования в связи с климатическими, социально-экономическими и культурными изменениями. Анализ показал, что утрата традиционных принципов адаптации к изменению климата и отсутствие критического подхода при заимствовании зарубежных моделей привели к экологическим, экономическим и социальным проблемам.

Архитектурную практику можно улучшить, объединив традиционные строительные решения с современными энергоэффективными технологиями. Рациональное использование местных материалов, внедрение методов пассивного проектирования и сохранение культурной самобытности являются ключевыми направлениями устойчивого развития.

4. Cultural issues

Architecture has traditionally been a vehicle for cultural identity in society. However, in modern Yemen, there has been a gradual loss of local architectural character. The absence of strict regulatory mechanisms has led to design decisions often being made without consideration of the historical and cultural context, which contributes to the erosion of urban identity.

Global architectural forms are often borrowed without adequate adaptation to the local context, resulting in the superficial replication of foreign design models and the weakening of architectural identity (Al-Zubaidi, 2019).

In this context, similar processes have been observed in the architecture of the Arab East, where issues of cultural representation and identity transformation under contemporary conditions have been widely discussed (Alhmoud et al., 2025; Naouri et al., 2025; Al-Hmoud et al., 2025).

Social problems

Contemporary architecture has a direct impact on the social structure of society. One of the significant problems is the reduction of privacy in residential buildings, which forces residents to use additional protective solutions that distort the external appearance of facades.

Комплексный подход позволит улучшить качество городской среды, снизить энергопотребление и обеспечит формирование устойчивой архитектурной модели, соответствующей природно-климатическим условиям Йемена и социокультурным особенностям.

Литература

1. Al-Ghazali, A. S. The impact of new construction technologies and materials on local architecture in Sanaa, Yemen : Master's thesis. – Cairo : Al-Azhar University, 2005. – 187 p.
2. Lewcock, R. W. The Architecture of Yemen. – London : Thames & Hudson, 1986. – 256 p.
3. World Bank. Yemen Urban Development Challenges. – Washington : World Bank, 2021. – URL: <https://documents.worldbank.org> (дата обращения: 28.02.2026).
4. Al-Dimini, A. M. G., Halbouni, G. Thermal comfort standards for residential buildings in several Yemeni cities // Damascus University Journal of Engineering Sciences. – 2009. – Vol. 25, N 2. – P. 400–428. – URL: <https://www.damascusuniversity.edu.sy/mag/eng/images/stories/ealdimini.pdf> (дата обращения: 18.02.2026).
5. Аль-Авадж, И. А. Н. Умные здания и возможность их применения в йеменской архитектуре : магистерская диссертация. – Сана : Изд-во Университета Саны, 2018. – 194 с. (на араб. яз.)
6. Al-Zubaidi, S. Traditional Architecture of Yemen: Lessons for Modern Design // International Journal of Sustainable Built Environment. – 2019. – Vol. 8, N 3. – P. 201–210.
7. Альхмуд, С. Х., Альхмуд, Х. Х., Батайнех, А. М. Метафоры и креативность в архитектурном дизайне // Проект Байкал. – 2025. – Т. 22, № 86. – С. 70–75. – DOI: 10.51461/issn.2309-3072/86.2676
8. Наури, И. Н., Мерри, А., Наури Д. Г. Культурное наследие в общественном восприятии // Проект Байкал. – 2025. – Т. 22, № 85. – С. 96–102. – DOI: 10.51461/issn.2309-3072/85.2625
9. Аль-Хмуд, М. А., Мерри, А., Наури, Д. Г., Абабнех, А. Городская среда и психика горожан – взаимное влияние // Проект Байкал. – 2025. – Т. 22, № 84. – С. 106–110. – DOI: 10.51461/issn.2309-3072/84.2556
10. UNESCO. World Heritage List: Old City of Sana'a. – Paris : UNESCO, 2020. – URL: <https://whc.unesco.org/en/list/385/> (дата обращения: 28.02.2026).
11. Al-Hadhrani, M. Traditional Yemeni Architecture and Its Environmental Adaptation // Journal of Middle Eastern Studies. – 2018. – Vol. 54, N 3. – P. 245–262.
12. UNESCO. Damage Assessment of Cultural Heritage Sites in Yemen. – Paris : UNESCO, 2019. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/> (дата обращения: 28.02.2026).

Ignoring the demographic and sociocultural characteristics of areas leads to the formation of spaces that do not correspond to traditional models of social interaction. Additional problems are related to the safety of building operation, including the risks of electrical injury and insufficient protection against unauthorized access.

The relationship between the built environment and the psychological and social well-being of residents has also been emphasized in recent studies, highlighting the importance of culturally responsive architectural solutions (Al-Hmoud et al., 2025).

5. Aesthetic problems

Architecture as a form of artistic expression sometimes loses its integrity and harmony. One of the most noticeable manifestations of this is the visual distortion of facades due to the installation of external air conditioning units, which is accompanied by noise, condensate discharge, and additional energy consumption.

Attempts to compensate for the lack of privacy by installing high curtains and other temporary solutions also have a negative impact on the visual appearance of the urban environment. The result is a fragmented and inconsistent architectural picture.

Consequently, the aesthetic problems of modern architecture are closely linked to the functional, social, and climatic aspects of design.

Ways to improve modern architecture in Yemen

Improving modern architecture in Yemen requires a comprehensive approach based on the integration of sustainable development principles, adaptation to climatic conditions, and preservation of cultural identity. Architectural practice must ensure functionality, safety, energy efficiency, and comfort of the indoor environment while reducing negative impacts on the environment.

Recent research in architectural theory emphasizes the role of creativity, cultural perception, and the interaction between the urban environment and human psychology in shaping sustainable architectural solutions (Alhmoud et al., 2025; Naouri et al., 2025; Al-Hmoud et al., 2025).

In the context of climatic and socio-economic challenges, the modernization of architecture should be based on the following principles.

1. The principle of adaptive use of traditions

One of the key areas of development is rethinking traditional architectural experience and adapting it to modern conditions. This includes:

- preserving and developing adobe construction, using natural insulation materials and natural ventilation systems;
- adapting traditional tower houses to modern functions (residential, administrative, hotel);
- using local building materials to reduce carbon footprint and transport costs (UNESCO, 2020).

Yemen's traditional architecture demonstrates a high level of climate adaptation, which can serve as a basis for sustainable development.

2. Energy efficiency principle

Given Yemen's high solar activity, the rational use of renewable energy sources is a strategic development priority. Key measures include:

- installing solar panels and developing autonomous energy supply systems;
- implementing passive architectural solutions (optimal building orientation, glazing control, natural shading);
- improving thermal insulation technologies and energy-efficient cooling systems.

Energy efficiency reduces operating costs and the load on the country's energy infrastructure.

3. Principle of rational water use

Given the limited nature of water resources, the introduction of sustainable water consumption systems is of particular importance:

- collection and reuse of rainwater;
- introduction of filtration and recirculation systems;
- planning of territories taking into account water scarcity and hydrological regime characteristics (Al-Hadhrani, 2018).

4. Principle of landscape integration

Architectural solutions should take into account the natural relief, microclimate, and ecological characteristics of the region. Priority measures include:

- introduction of green roofs and facades to reduce overheating;
- creation of inner courtyards and micro-oases;
- preservation of local flora and its integration into the urban structure (UNESCO, 2019).

Landscape integration contributes to the creation of a comfortable and sustainable urban environment.

5. Principle of preserving cultural identity

Modern buildings should remain part of the country's cultural landscape. This implies:

- preserving national architectural motifs in decoration and layout;
- harmoniously combining Islamic architectural traditions with modern technologies;
- developing educational programs in the field of environmentally-oriented architecture in Yemen.

6. The principle of socially-oriented design

Architecture should take into account the interests of local communities and contribute to improving the quality of the urban environment. Important areas include:

- creation of public spaces;
- ensuring safety and privacy;
- use of architecture as a tool for post-conflict reconstruction and social unity (World Bank, 2021).

The implementation of these principles will make it possible to form an architectural model that combines traditional values, modern technologies, and sustainable development requirements.

A comprehensive approach to modernizing architectural practice is a necessary condition for the formation of an energy-efficient, environmentally sustainable, and culturally identical urban environment in Yemen.

Conclusion

Contemporary architecture in Yemen is undergoing profound transformations due to climatic, socio-economic, and cultural changes. Analysis has shown that the loss of traditional climate adaptation principles and the uncritical adoption of foreign models have led to environmental, economic, and social problems.

Architectural practice can be improved by integrating traditional construction solutions with modern energy-efficient technologies. The rational use of local materials, the introduction of passive design methods, and the preservation of cultural identity are key areas for sustainable development.

A comprehensive approach will improve the quality of the urban environment, reduce energy consumption, and ensure the formation of a sustainable architectural model that is appropriate for Yemen's natural and climatic conditions and sociocultural characteristics.

References

- Al-Awag, E. A. N. (2018). *Khasais al-mabani al-dhakiyya wa imkaniyat tatbiqih ala al-imara al-yamaniyya [Characteristics of intelligent buildings and their applicability to Yemeni architecture]* (Master's thesis, Faculty of Engineering). Sana'a University, Yemen.
- Al-Dimini, A. M. G., & Halbouni, G. (2009). Thermal comfort standards for residential buildings in several Yemeni cities. *Damascus University Journal of Engineering Sciences*, 25 (2), 400–428. Retrieved February 28, 2026, from <https://www.damascusuniversity.edu.sy/mag/eng/images/stories/ealdimini.pdf>
- Al-Ghazali, A. S. (2005). *The impact of new construction technologies and materials on local architecture in Sanaa – Yemen* (Master's thesis). Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.
- Al-Hadhrani, M. (2018). Traditional Yemeni architecture and its environmental adaptation. *Journal of Middle Eastern Studies*, 54 (3), 245–262.
- Al-Hmoud, M. A., Merry, A., & Naouri, D. G., & Ababneh, A. (2025). Urban environment and the psyche of citizens – mutual reflection. *Project Baikal*, 22 (84), 106–110. <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/84.2556>
- Alhmoud, S. H., Alhmoud, H. H., & Bataineh, A. M. (2025). Metaphors and creativity in architectural design. *Project Baikal*, 22 (86), 70–75. <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/86.2676>
- Al-Zubaidi, S. (2019). Traditional architecture of Yemen: Lessons for modern design. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 8 (3), 201–210.
- Lewcock, R. W. (1986). *The architecture of Yemen*. London: Thames & Hudson.
- Naouri, I. N., Merry, A., & Naouri, D. G. (2025). Cultural heritage representation in public perception. *Project Baikal*, 22 (85), 96–102. <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/85.2625>
- UNESCO. (2019). *Damage assessment of cultural heritage sites in Yemen*. Paris: UNESCO. Retrieved February 28, 2026, from <https://unesdoc.unesco.org/>
- UNESCO. (2020). *World heritage list: Old City of Sana'a*. Paris: UNESCO. Retrieved February 28, 2026, from <https://whc.unesco.org/en/list/385/>
- World Bank. (2021). *Yemen urban development challenges*. Washington, DC: World Bank. Retrieved February 28, 2026, from <https://documents.worldbank.org>