

УДК: 72.01  
DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.15  
EDN: PPTYCC



## Тенденции развития геонического подхода в архитектуре

Д.В. Серегин<sup>1</sup>, Е.И. Прокофьев<sup>2</sup>, А.М. Сулейманов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> арх. Компания CROX, г. Шанхай, Китайская Народная Республика;

<sup>2</sup> Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань,  
Российская Федерация

<sup>3</sup> Академия наук Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

**Аннотация:** *Постановка задачи.* Актуальность исследования геоники, являющейся на данный момент развивающимся направлением, обосновывается растущим интересом к созданию гармоничной природо-ориентированного подхода к проектированию зданий. Исследования в области геоники позволяют как развивать знание о создании среды обитания, так и являются источником для инновационных решений создания нового объекта. *Цель статьи:* исследование логики развития геоники для раскрытия её теоретического и практического потенциала в проектом процессе. *Задачи исследования:* анализ аппарата геосферы как концептуальной модели для применения в строительстве зданий и сооружений; исследование исторических подходов с позиции систематизированного аппарата геосферы; изучение геонических подходов в современной практике. *Результаты.* В статье исследуется и систематизируется многообразие процессов неживой природы, определяется потенциал полезных проектных решений. Учитывая систематику геосферных явлений, коррелирующих с вопросами теории и практики проектирования и строительства, произведен анализ исторических объектов использовавших геонический подход. *Выводы.* Анализ современной практики показывает стремление и интерес инновационных компаний к более глубокому и осознанному применению стратегий геоники. Значимость полученных результатов заключается в появлении возможности воспринять направление геоники в более комплексном виде, что повлияет как на развитие самого направления, так и расширит понимание геоники как источника инновационного архитектурно-ориентированного знания.

**Ключевые слова:** геоника, геомиметика, эмерджентность, тектонизм, геоконструктивизм, гео-тек

**Для цитирования:** Серегин Д.В., Прокофьев Е.И., Сулейманов А.М. Тенденции развития геонического подхода в архитектуре // Известия КГАСУ, 2024, № 3(69), с. 160-176, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.15, EDN: PPTYCC

## Trends in the Development of the Geonic Approach in Architecture

D.V. Seregin<sup>1</sup>, E.I. Prokofiev<sup>2</sup>, A.M. Suleymanov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> arch. company CROX, Shanghai, People's Republic of China;

<sup>2</sup> Kazan State University of Architecture and Engineering;

<sup>3</sup> Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

**Abstract:** *Problem statement.* The relevance of the study of Geonics, which is currently a developing direction in architecture, is justified by the growing interest in the creation of harmonious nature-oriented architecture. The research in the field of Geonics allows both to develop knowledge about the creation of habitats and to be a source for innovative solutions in the architectural process. The purpose of the article is to understand the logic of geonics development in order to expand the understanding of its potential in architecture. The research

objectives are the analysis of the geosphere apparatus as a conceptual model for use in architecture; study of historical approaches from the perspective of a systematized geosphere apparatus; study of geonic approaches in modern architectural practice. *Results.* The article explores and systematizes the variety of processes of inanimate nature, determines the “potential” of solutions useful for architecture. Taking into account the taxonomy of Geosphere phenomena correlating with architectural issues, the analysis of historical objects using the Geonic approach was carried out. *Conclusions.* The analysis of modern practice shows the commitment and interest of innovative companies to a deeper and more conscious application of Geonics strategies. The significance of the results obtained lies in the emergence of the opportunity to perceive the direction of Geonics in a more comprehensive form, which will affect both the development of the direction itself and expand the understanding of Geonics as a source of innovative architectural-oriented knowledge.

**Keywords:** geonics, geomimetics, emergence, tectonism, geoconstructivism, geo-tech.

**For citation:** Seregin D.V., Prokofiev E.I., Suleymanov A.M. Trends in the Development of the Geonic Approach in Architecture // News of KSUAE, 2024, № 3(69), p. 160-176, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.15, EDN: PPTYCC

## 1. Введение

В результате развития естественных наук, вычислительной техники и междисциплинарных подходов, а также с учетом стремления архитектуры обрести гармонию с природой выделен отдельный подход, основанный на неорганической природе геосферы - геоника. (Гео - γῆ «земля»). Геоника является междисциплинарной наукой и творческим направлением проектирования зданий и сооружений [1]. Геоника как архитектурная наука является новым междисциплинарным направлением находящемся на стадии развития, с чем связана его концептуальная обобщённость. Как творческое направление Геоника является достаточно устоявшимся явлением [2].

Анализируя литературные источники по теме, можно выделить 4 основные группы.

1. Общее междисциплинарное направление : природо-ориентированный подход, по сути являющийся обобщенным термином выделяющимся от концепций : бионика , экоподход, устойчивость, лендформ (в настоящее время есть определенная разновекторность между концепциями лендформ и геоники, так как принципиально архитектурная концепция лендформ использует монументальный, комплексный и устойчивый подход (определенный функцией, классическими методами организации пространства и отсутствием привязки к генезису матирала) В данной группе можно выделить работы : исследование характеристик архитектурных решений в зданиях, вдохновленных природой [3,4], так же можно отнести работы по исследованию морфогенеза архитектуры [5,6], работы по анализу современной абстрактной теории в архитектуре [7].

2. Группа по теме морфогенеза кристаллов в архитектуре, в которых проводятся стилистические исследования: кристаллы как метафора в архитектурном морфогенезе [8], применение кристаллографии в архитектуре [9], конструкции кристаллических фасадов [10], визуальное восприятие домов кристаллов [11]

3. Конкретизированные источники про геонику как науку с упором на смежные с архитектурой проблематики- с фокусом на междисциплинарность, материаловедение, инженериию. Среди рассматриваемых статей можно выделить следующие подгруппы: 1) исследования по современным вопросам инженерии: возможности гемиметики как стратегии для оптимальных решений в проектировании [12], исследования деформации в сборных зданиях[13], стратегии по улучшению эксплуатационных качеств зданий [14,15], геомиметика и аддитивные технологии [16]; 2) исследования на тему материаловедения: применение геомиметики при разработке отделочных материалов[17], строительные материалы для архитектурной геоники [18], природная колористика на примере аналогов геоники[19]; 3) исследованиям по теме вопросов реконструкции и реставрации древности: использование деформационного и структурного анализа исторических зданий для их сохранения [20], симуляции каменных

крыш для мальтийских неолитических храмов [21], исследования по реконструкции каменного зодчества [22], использования минералов в контексте исторической традиции в Гималаях [23]; 3) урбанистические исследования [24].

4. Исследования по теме геоники в архитектуре. Данную концепцию впервые сформулировал ученый, профессор Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова Лесовик В.С. [25, 26]. В развитии данного направления участвовал ученый Казанского государственного архитектурно-строительного университета - профессор Прокофьев Е.И. [27]. К данной группе источников можно отнести работы о геонике как новом стилистическом направлении в архитектуре [28], о формах и структуре в архитектуре на основе геоники [29], про архитектурную геонику в современных творческих концепциях [30], о геонике как о виде средового проектирования в архитектуре [31], вопросы отображения синергетики в архитектурной геонике [32]

Различие между бионическим и геоническим подходами, основанными на общем стремлении гармонизации с естественном миром природы обусловлено типом природы как концептуальной модели подхода [33].

Фокусировка на неорганическом естественном мире определяет новый формат модели натуралистического подхода. В отличие от бионики, которая использует формат модели живых организмов и биологических систем, геоника основывается на принципах, управляющих неорганическими элементами естественного мира природы. Геонический подход определяет новую перспективу на гармонизацию архитектуры, так же на идею технического просчета и эксплуатации здания как комплексного объекта, состоящего из природных либо схожих с природными геонических материалов.

Цель исследования — изучение логики развития геоники и раскрытие её потенциала в проектировании для формирования концептуальной модели, интегрирующей геонические принципы в проектный процесс, что позволит переосмыслить традиционные подходы и создать новые архитектурные формы, сочетающие природные стратегии с современными технологиями.

Задачи исследования:

1. Анализ геосферы как концептуальной модели для архитектуры и строительства с целью выявления её потенциала как источника теоретических и практических знаний для расширения традиционных подходов к проектированию.
2. Исследование исторических подходов к геосфере через систематизацию предпосылок и методологий, позволяющее проследить эволюцию идей и адаптацию исторического опыта к современным геоническим концепциям.]
3. Анализ зарождающихся тенденций в архитектуре, связанных с развитием геонических концепций, с акцентом на два направления: гео-тек, сочетающий современные технологии с геоническими стратегиями, и геоконструктивизм, интегрирующий принципы геосферы в новые конструктивные и тектонические решения.

## 2. Материалы и методы

1. Для выстраивания логики развития геоники необходимо проанализировать исторические предпосылки формирования геоники в архитектуре, современный аппарат геоники и перспективы и потенциал развития направления.

2. Для углубления понимания предмета Геоники как архитектурной науки необходимо конкретизировать аппарат Геосферы как источник концептуальную полезную модель для применения в архитектуре. Для структуризации геонических подходов предлагается рассмотреть комплексность и многообразие процессов геонического мира, разделив их по группам, основанным на масштабе (на основе предложенных основателем направления, проф. Лесовиком В.С.) [22,23]. Анализ геосферы как концептуальной модели в геонических подходах является методом для понимания комплексности и многообразия естественных геонических процессов, что позволит расширить понимание геоники. Исследование основано на систематизации процессов геосферы соотносимо с вопросами вычисления, автоматизации и расчета в архитектурном процессе.

3. Для выявления предпосылок и базиса формирования направления геоники как творческого направления в архитектуре необходимо проследить и компилировать

исторические предпосылки и опыт в применении принципов, выделенных на стадии конкретизации аппарата концептуальной модели Геосферы, отметить общие характеристики и проблематики “эпизодов” применения геонического подхода. Исследование основано на анализе исторических архитектурных (либо иных, представляющих интерес) объектов.

4. Анализ современных практик, использующих геонику как творческое направление, рассматривая основные геонические подходы, на подобии с бионикой - геоморфизм, геомиметику и геофилию. Исследование основано на анализе современных архитектурных объектов, архитектурных практик и обзоре литературы.

### 3. Результаты и обсуждение

Неорганический мир - геосфера в контексте геоники является источником новых стратегий и подходов в архитектуре. Типы современных стратегий в архитектуре можно условно разделить на несколько основных направлений (рис.2).

Общие современные тенденции в индустрии архитектуры направлены на использование наиболее эффективных решений (обеспечивая развитие новых технологий), стремление к экологичности процессов строительства, производства и эксплуатации, а также идеи устойчивости архитектурных объектов строительства - применения местных материалов, возможность повторного использования.

Систематизация архитектурных проблематик геонического подхода по порядку масштабов на основе концепции, предложенной проф. Лесовиком В.С., включает в себя макро и микро-измерения (рис. 3).

Основными проблематиками макромасштаба являются:

– гиперкомплексность - применение его в проектном процессе позволит соотнести микро-процессы (структурные и материалоориентированные) с процессами большего масштаба (композитность, оптимальные конфигурации макро-элементов - самоорганизацией либо естественной организацией крупной объектной);

– поли синхронность дает возможность соотнести пластические и слоеные системы внутреннюю организацию с внешним морфогенезом архитектурного объекта (табл. 1).

Таблица 1

Макро-масштаб	
Название	Описание
Макротектоника	
Тектонические плиты в макро-масштаб	Из природных процессов можно выделить направление гиперкомплексности систем: комплексная самоорганизация, спонтанный порядок, эмерджентность, формирование границ и швов, коллизионные процессы. А архитектуре они совпадают с физическими процессами внутри зданий
Геоморфизм	
Формирование объектов геоморфизма (гор, формаций и др.)	Соотношение внутренних процессов и внешнего формообразования, между материалом и формой.

Основными тематиками процессов среднего масштаба являются (табл. 2):

– вопросы пластики и тектоники, позволяющими находить оптимальное соотношение между морфологией и конструкцией, так же развивать вопросы эффективных конструкций [34,35];

– вопросы адаптивности и самоорганизации, (респонсивная адаптация, динамическое изменение пространств);

– вопросы экосистемности и конвергентности, позволяющими оперировать комплексом взаимовлияющих процессов (симбиотика, комплексные системы, конвергентные технологии в проектировании).

Таблица 2

Средний масштаб	
Название	Описание
Карстовые формации	
Эрозийные процессы	Вопрос негативных пространств в архитектуре и тектонике, экосистемные концепции
Магматические формации	
Эффузивные процессы, интрузия, затвердевание	Вопросы текучести и пластичности в формообразовании, естественное скульптурирование
Спелеогенез	
Комплекс процессов, происходящих при формировании пещер	Разнообразные процессы эмергентного типа, формирующие экосистему пространств пещер. Вопросы естественного скульптурирования, соотношение материала и формы, минерализация
Скальные формации	
Комплекс процессов, происходящих при формировании геометрии и многообразия скал	Эрозийные, коллизионные и тектонические процессы
Эолизм	
Формирование геометрии дюн под воздействием ветра	Формирование объектов геометрии и текстур

Основными вопросами микро-масштаба являются:

- морфогенез, микро-тектоника в контексте эффективности и адаптивности [36];
- соотношение материала с конструктивностью и полезной используемостью архитектурных элементов (табл. 3).

Таблица 3

Микро-масштаб	
Название	Описание
Формирование материала	
Эрозийные процессы, армирование	Улучшение физико-конструктивных и эксплуатационных качеств материалов
Гранулированная логика и песчаная форма	
Процессы перераспределения энергии в гранулах	Взаимоотношение между геометрией и адаптируемым материалом, микротектоника
Формирование включений	
Формирование минералов на основе эндогенных процессов, металлов- на основе экзогенных	Микрокомпозиционные вопросы, морфогенез

Основными вопросами космохимического масштаба являются:

- структурность и абстрактная кристаллизация.
- объёмно пространственные, композиционные вопросы (табл. 4).

Таблица 4

Космохимический масштаб- формирование включений	
Название	Описание
Кристаллография	Структурные вопросы, форма и геометрия, материал, вопросы прозрачности и светопрозрачности, пространственная организация
Планетарная Геология	Композиционные, объёмно-пространственные вопросы. Пространственная организация, образование естественных орнаментов

Относительно потенциального аппарата геоники можно заключить, что геоническая природа имеет колоссальный объём принципов взаимодействия, которые могут быть использованы как стратегии, приемы и решения в архитектуре, расширить наше понимание о предмете организации, тектонике и материале, композиции и эстетики.

Для анализа применения геонических принципов в истории необходимо обратиться к пост-анализу, поскольку опыт предыдущих поколений был основан на наблюдениях и интуиции, а научные знания, их систематизация и развитие появились гораздо позже. Однако это не меняет суть направления - как устремления архитектуры быть естественной частью природы, используя принципиально геонический подход (рис. 9).

На протяжении всей истории тесная связь между людьми и природными материалами играла решающую роль в развитии структур, зданий и архитектуры, превращая сырье, материал в рукотворные творения, которые должны были отвечать конструктивным и функциональными и эстетическим требованиям. (Среда Обитания-Объект)

Понимание идеи природного окружения, материала естественного ландшафта как объемно-пространственного медиума, массивной англомерации учитывалось, а иногда и сливалось с созданием древних комплексов (Материал - Архитектоника).

Можно предположить, что особенностью современного понимания геоники как эстетического направления (за счет того, что геоника была частью внешней среды и идея архитектуры, как созданное человеком, в определенном смысле противопоставляла себя ей) появилась в Древнем Китае - так как каменные сады были непосредственной декларацией эстетики природной формы (Материал - Объект).

В плане понимания идеи монументальности материала, эстетики его обработки как элемента архитектурного образа можно обратиться к доисторическим мегалитам, соединяющих в себе тектонику и обработку материала, объёмность как определяющие элементы в процессе создания этих комплексов (Материал -Тектоника).

Таблица 5

Предпосылки формирования геонического подхода

Среда Обитания-Объект	Материал - Архитектоника	Материал - Объект	Материал -Тектоника
			
Иглу	Город из камня, Петра	Каменные сады, Китай	Мегалиты

Учитывая современное понимание геоморфных процессов, можно заключить что Великая Китайская стена является проектом, использующим подход геомиметики за счет использования сегментированного материала- кирпичной кладки, которая повторяла изгиб рельефа горы (рис. 1).

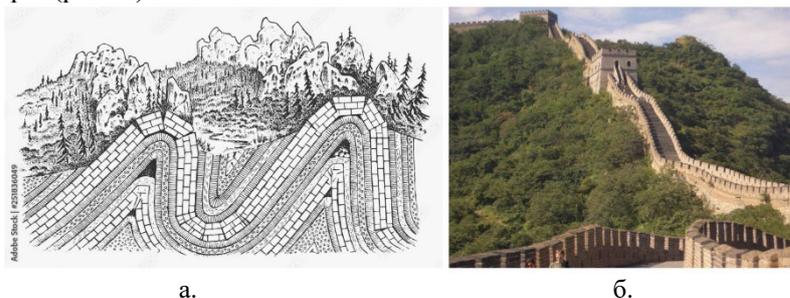


Рис. 1. а) Слои тектонических плит (Источник: <https://myloview.com/>); б) Великая Китайская стена (<https://www.neh.gov>).

Fig.1. a) layers of tectonic plates (Source: <https://myloview.com/>; b) The Great Wall of China (Source: <https://www.neh.gov>)

Стилизационный процесс абстрактной кристаллизации архитектурного языка модерна и кубизма показывает, как кристаллическая геоморфность организует композиционные, объёмно-пространственные и предметные решения на основе традиционного облика зданий (рис. 2).

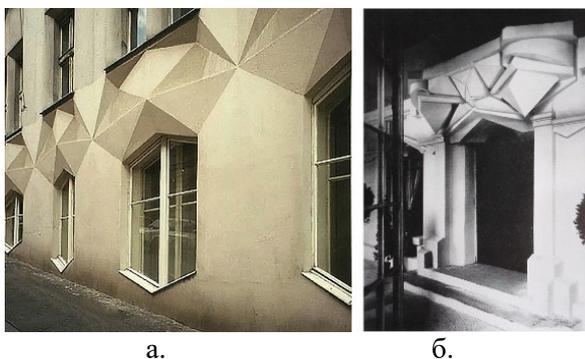


Рис.2. Геоморфность - кристаллизация языка модерна:

а) Кубистский дом, 1913 арх. Й. Хохол (Источник: <https://www.pinterest.com>); б) Дом Кубиста, 1912, арх. Р. Дюшан-Вийон (Источник: <https://www.archdaily.com/>).

Fig.2. Geomorphicity - crystallization of the language of modernity:

а) Cubist house, 1913, architect J. Khokhol (Source: <https://www.pinterest.com>); б) Cubist House, 1912, architect R. Duchamp-Villon (Source: <https://www.archdaily.com/>).

С развитием эстетического ряда можно проследить использование естественных природных форм как экспрессивных архитектурных элементов и объемов функционально/организационно -композиционного/ эстетического качества (рис. 3).

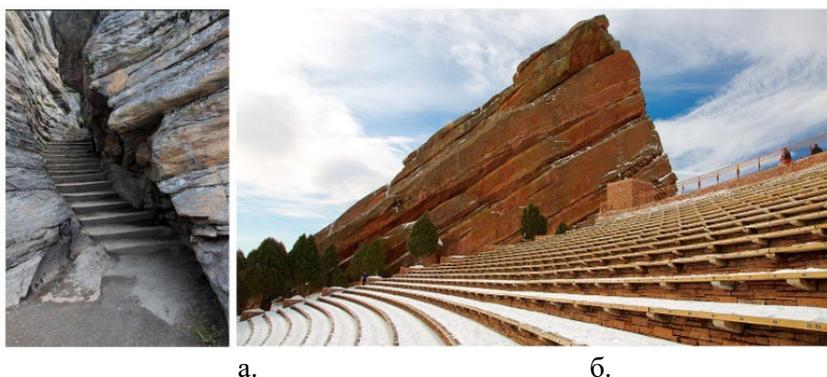


Рис.3. а) Лестница в скале (Источник: <https://stock.adobe.com/>); б) Амфитеатр Red Rocks вблизи Денвера (Источник: <https://www.expedia.co.in>).

Fig.3 а) Staircase in the rock (Source: <https://stock.adobe.com/>); б) Red Rocks Amphitheater near Denver (Source: <https://www.expedia.co.in>).

Природные формации со своей естественной эстетикой путем деликатной доработки по функциональности и эксплуатационным качествам становятся современным архитектурным монументальным пространством (рис. 4).

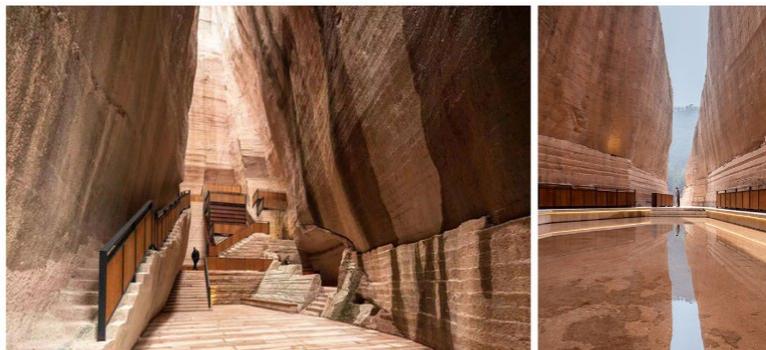


Рис.4. Превращение каменных карьеров в общественное пространство Чжэцзян, архитектор Xu Tiantian (Источник:<https://www.archdaily.com>).

Fig.4 Transforming Stone Quarries into Public Spaces in Zhejiang, Architect Xu Tiantian (Source: <https://www.archdaily.com>)

Промышленная выработка материалов открывает возможность понимания системного технологического воздействия на материал - как переосмысления геоники в сторону геотека. Данные тенденции являются базисной нитью развития понимания геонического подхода в архитектуре в контексте исторического развития. В современной архитектурной практике возможно выделить осознанное применение геоники на примерах геофилии, геоморфизма и геомиметики (по аналогии бионического подхода) (рис. 5).

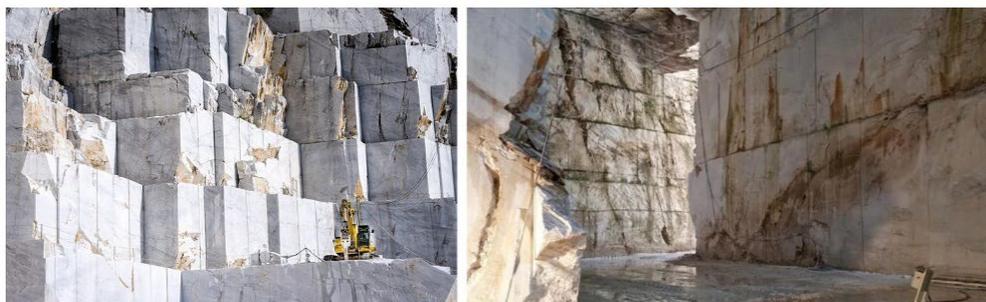


Рис.5. Мраморный карьер в Карраре (Источник: <https://marble.com>).

Fig.5. Marble quarry in Carrara (Source: <https://marble.com>).

Пример геофилии - использования геонических форм как привнесенных/осознанно сохраненных элементов архитектуры (рис. 6).



Рис.6. Летний дом в Норвегии, арх. Jensen & Skodvin (Источник: <https://thomortiz.tumblr.com>).

Fig.6. Summer house in Norway, arch. Jensen & Skodvin (Source: <https://thomortiz.tumblr.com>).

Диagramматическое использование кристаллов как конструктивно/организационной схемы является примером геоморфизма (рис. 7).

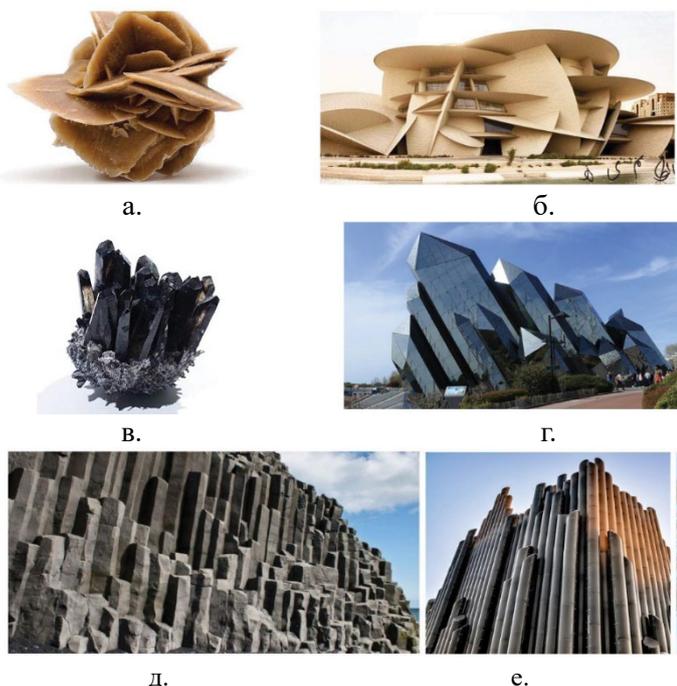


Рис.7. а) гипс “Роза пустыни” (Источник: <https://www.marhaba.qa>); б) Национальный музей Катара арх. Жан Нувель (Источник: <https://www.themostexpensivehomes.com>); в) Черный кварц (Источник: <https://www.amazon.com>); г) Футуроскоп арх. Денис Лэминг (Источник: <https://www.alamy.com>); д) Туфовые формации (Источник: <https://geologylearn.blogspot.com>); е) Футуроскоп арх. Денис Лэминг (Источник: <https://www.flickr.com>).

Fig.7. a) gypsum “Desert Rose” (Source: <https://www.marhaba.qa>); б) National Museum of Qatar, architect Jean Nouvel (Source: <https://www.themostexpensivehomes.com>); c) Black quartz (Source: <https://www.amazon.com>); d) Futuroscope, architect Denis Laming (Source: <https://www.alamy.com>); e) Tuff formations (Source: <https://geologylearn.blogspot.com>); f) Futuroscope, architect Denis Laming (Source: <https://www.flickr.com>).

Использование рационализированной (интерполяция изолиний) геоморфной формации объёма для создания архитектурного “природного” объекта (рис. 8).



Рис.8. Часовня звука, арх. Open Architects (Источник: <https://www.archdaily.com>).

Fig.8. Chapel of Sound, arch. Open Architects (Source: <https://www.archdaily.com>).

Использование сверх детализированного (текстура-геометрия) геонического объекта как части архитектурного комплекса (рис. 9).



Рис.9. Британский мемориал Холокоста арх. Zaha Hadid Architects & Аниш Капур (Источник: <https://anish Kapoor.com>).

Fig. 9. British Holocaust Memorial, arch. Zaha Hadid Architects & Anish Kapoor (Source: <https://anish Kapoor.com>).

Пример геомиметики - использовании природной стратегии гионике в проектировании, основанной:

– на антропогенном воздействии на материал (рис. 10).



Рис.10. Дом Кан-Терра в Менорке арх. Студия Ensemble  
(Источник: <https://worldarchitecture.org>).

Fig. 10. House Can Terra in Menorca, arch. Studio Ensemble  
(Source: <https://worldarchitecture.org>).

– на естественном воздействии на материал (рис. 11).



Рис.11. Дом “Трюфель” арх. Студия Ensemble  
(Источник: <https://www.dezeen.com>);

Fig. 11. “Truffle” House, arch. Studio Ensemble  
(Source: <https://www.dezeen.com>);

Использование стратегии городской, урбанистической интеграции и естественного материала (рис. 12).



Рис.12. Подземный ресторан арх. Д. Ишигами  
(Источник: <https://www.dezeen.com>).

Fig. 12. Underground restaurant, arch. D. Ishigami  
(Source: <https://www.dezeen.com>).

Использование расчета физического взаимодействия элементов естественного материала - веса, трения, стабильности (рис. 13).



Рис.13. Павильон Serpentine арх. Д. Ишигами  
(Источник: <https://www.iconeye.com>).

Fig. 13. Serpentine Pavilion, arch. D. Ishigami  
(Source: <https://www.iconeye.com>).

На основании вышеизложенного, потенциалом аппарата геоники в архитектуре является всеобъемлющая концептуальная модель геонического мира, предлагающая колоссальное многообразие принципов взаимодействия, которые применяются и могут быть применены во всех аспектах архитектурного процесса.

В процессе выполнения исследования был проведен анализ исторических подходов с учетом современного понимания архитектурной теории и практики, позволяя соотнести многообразие явлений концептуальной модели геосферы с многообразием вопросов и подходов в архитектуре. Исторический анализ показывает базу формирования геоники как архитектурного направления. Используя компиляцию и систематизацию исторических архитектурных и инженерных объектов, выстраивается логическое понимание подосновы формирования архитектурного направления геоники. Анализ современных архитектурных практик показывает вовлеченность индустрии в геонику, ее широкую распространенность.

Учитывая характерные геонические аспекты можно выделить три направления, по аналогии с бионикой [35]:

- геоморфизм (др.-греч. μορφή - форма);
- геомиметику (др.-греч. μίμησις - воспроизведение, подражание);
- геофилию (др.-греч. Φιλία - любовь).

Данное сопоставление геоники с бионикой показывает достаточное родство направлений, давая возможность спрогнозировать перспективные вопросы в геонике:

- гео-тек – с влиянием технологического аспекта как определяющего проблематику перспективного развития;
- геоконструктивизм – с влиянием эксплуатационно-комбинаторного аспекта как определяющего проблематику перспективного развития.

Учитывая определения структуры геонического направления, можно выделить 3 основные части:

1. предпосылки формирования направления геоники в историческом опыте;
  2. сформированная идея геоники как направления (с влиянием опросов современного технологического развития и научной парадигмы интердисциплинарности)
  3. прогнозируемые вопросы геонического направления
- Схема структуры направления геоники показана на рис.14.

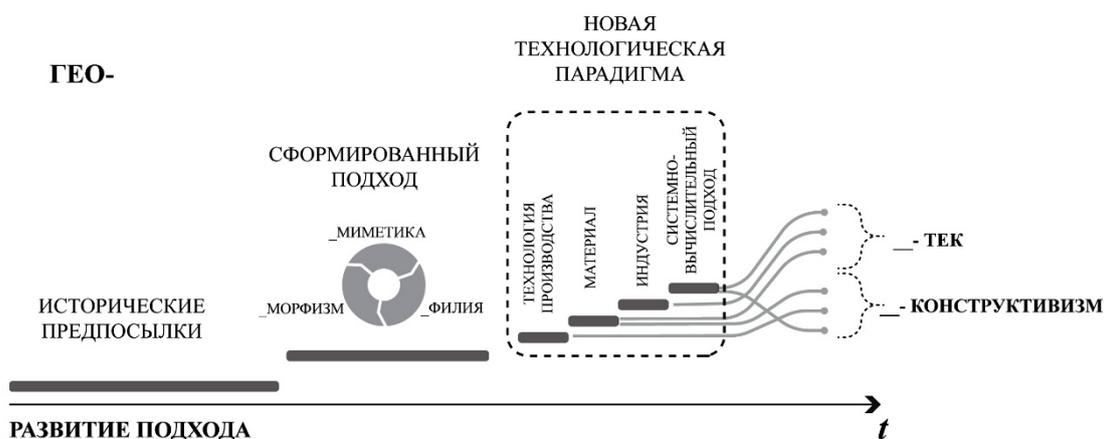


Рис. 14. Схема структуры направления геоники (иллюстрация авторов)

Fig.14. A diagram of the structure of the geonics direction (illustration by the authors)

Определение геоники как систематического структурного направления дает возможность концептуального развития направления и дисциплинарного применения подхода, что позволяет:

- более глубоко использовать аппарат геоники для решения архитектурных задач;
- расширить понимание архитектурного дискурса в направлении стратегий, опыта природы применимого в архитектуре;
- использовать геоническое направление как новый, видоизменяющий подход, являющийся источником инноваций и будущего контекста для анализа.

Таким образом, геоника сигнализирует о смене парадигмы в понимании архитектуры, являясь частью гармонизации между искусственной и естественной средой, на пути к эквелибриуму природы и архитектуры. Геоника на текущий момент рассматривает вопросы шире, нежели развитие эффективных конструкций зданий, их эффективность и адапционность.

Базируясь на основоположных трудах проф. Лесовика и предыдущих исследованиях, проведенных под руководством проф. Прокофьева, данное исследование демонстрирует систематическое развитие концепции геоники, рассматривая её через призму разнонаправленных исследований в различных сферах. Эти сферы включают инженерные, реставрационные, практические и теоретические проектные подходы, которые объединяются в единую концепцию. (как рассмотрено в анализе литературы)

Концепция геоники отвечает на ключевые вызовы современной архитектуры, связанные с комплексной экологичностью и многообразием. В отличие от традиционных подходов, геоника рассматривает экологичность не только с точки зрения эффективности конструкций, но и как многоуровневую и интегративную систему, включающую социальные, культурные и природные аспекты [36,37].

Более того, модель геоники предлагает новое понимание природо-ориентированной архитектуры, выходя за рамки простого подражания природным формам и структурным принципам. Она интегрирует эти элементы в более сложные и адаптивные архитектурные решения, что позволяет расширить дискурс в сторону создания устойчивых и адаптивных экосистем в урбанистическом контексте [38,39].

Систематизация, исторический анализ и анализ современной практики геоники не только поддерживает идеи, изложенные в основных трудах, но и расширяет их, предлагая новые направления и перспективы для дальнейшего развития природо-ориентированной архитектуры.

#### 4. Заключение

1. Таким образом, в ходе проведенного исследования был выполнен детальный анализ аппарата геосферы, который предложен как концептуальная модель для применения в архитектуре. Это позволяет рассматривать геосферу не только как природный объект, но и как основу для архитектурных решений, что расширяет границы традиционного подхода к проектированию.

2. В результате анализа исторических подходов к использованию геосферы была разработана систематизированная модель, которая включает в себя эволюцию идей и методов с древнейших времен до современных практик. Эта модель демонстрирует, как изменения в восприятии и использовании природных ресурсов влияют на архитектурные и инженерные решения. Предложенная схема развития подхода учитывает как теоретические, так и практические аспекты, что способствует более глубокому пониманию взаимодействия человека и окружающей среды.

3. Исследование геонических подходов в современной архитектурной практике позволило выделить и охарактеризовать два ключевых направления: гео-тек и геоконструктивизм. Гео-тек представляет собой синтез технологий и геонических стратегий, которые могут быть использованы в проектировании для создания новых архитектурных решений. Геоконструктивизм, в свою очередь, является подходом, который фокусируется на использовании новых стратегий и приемов, основываясь на геонической концепции: использовании материалов, новых тектонических и конструктивных решений.

**Список литературы / References**

1. Лесовик В. С. Трансдисциплинарность архитектурной геоники как определяющий фактор её существования//. Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 4. С. 107-110. [Lesovik V. S. Transdisciplinarity of architectural geonics as a determining factor of its existence. Academia. Architecture and construction. 2017. No. 4. P. 107-110.] EDN ZXIRNX.
2. Онищук В. В. Геонические структуры в исторической застройке: контраст форм// Фундаментальные основы строительного материаловедения: Сборник докладов Международного онлайн-конгресса, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1191-1198. [Onishchuk V. V. Geonic structures in historical buildings: contrast of forms Fundamental foundations of building materials science: Collection of reports of the International Online Congress, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. P. 1191-1198.] EDN ENXZJR.
3. Jin Kim, Kanggeun Park, "The Design Characteristics of Nature-inspired Buildings," Civil Engineering and Architecture, Vol. 6, No. 2, P. 88 - 107, 2018. DOI: 10.13189/cea.2018.060206.
4. Alberto T. Estévez, Sustainable Nature-Inspired Architecture, b. Sustainable Engineering Technologies and Architectures edited by D. S-K. Ting; J. A. Stagner, 2021, DOI:10.1063/9780735424036\_004
5. Leach, N. Digital Morphogenesis. Architectural Review. N 79 (1). 2009 P. 32-37. DOI: 10.1002/ad.806
6. Kasyanov N. V. The Evolution of Architectural Morphogenesis at the Beginning of XXI Century in the Context of Scientific Advances. Procedia Engineering. Vol. 153.2016. P.266-270. ISSN 1877-7058.
7. Dobritsyna I. Discreteness in the Architecture of the 21st Century, Conference: Proceedings of the 3rd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2019).2019. DOI:10.2991/icassee-19.2019.7
8. Eyüce, E.Ö. (2016). Allure of the "Crystal: Myths and metaphors in architectural morphogenesis. International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR. 10. 131-142.
9. Beridagje E., Xhagolly B., Crystal and Space: An application of crystallography in architecture, ICAUD 2012
10. Oikonomopoulou, F., Bristogianni, T., Veer, F.A. et al. The construction of the Crystal Houses façade: challenges and innovations. Glass Struct Eng 3, 87–108 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40940-017-0039-4>
11. Жилияева Н. В. Визуальное восприятие домов - кристаллов// Фундаментальные основы строительного материаловедения: Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1144-1151. [Zhilyaeva N.V. Visual perception of crystal houses. Fundamentals of Building Materials Science: A collection of reports of the International Online Congress. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. P. 1144-1151] EDN VKDPAU
12. Шеремет А. А. Архитектурная геоника (геомиметика) и поиск оптимальных решений в проектировании уникальных сооружений//. Международная научно-техническая конференция БГТУ им. В.Г. Шухова: Материалы конференции, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 903-907. [Sheremet A. A. Architectural geonics (geomimetics) and the search for optimal solutions in the design of unique structures//. International Scientific and Technical Conference: Conference materials, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2021. P. 903-907.] EDN ATDIHX.
13. Mackiewicz M., Krentowski J.R., Knyziak P., Wardach M., Consequences of excessive deformation of structural elements in precast buildings, Engineering Failure Analysis, Volume 137, 2022, 106261, ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106261>.

14. Petrov A. Ivantsov A. Design and calculation of the internal roof drain system structure in terms of thermal protection and moisture condensation // IOP conference series: Materials Science and Engineering, Kazan, 2020. Vol. 890. Kazan, Russia: IOP Science, 2020. P. 012141. DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012141. EDN ZBWCMR.
15. Иванцов А. И., Куприянов В. Н. Температурный режим поверхности ограждающих конструкций зданий в климатических условиях РФ // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2017. № 3(19). С. 44-50. [Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. Temperature regime of the surface of enclosing structures of buildings in climatic conditions of the Russian Federation // Biosphere compatibility: man, region, technologies. 2017. No. 3(19). P. 44-50.] – EDN ZSMCKH.
16. Елистраткин М. Ю. Геоника. Геомиметика и аддитивные технологии// Научные технологии и инновации: Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 2019 Т. Ч.4, С.121-124. [Elistratkin. M.Yu. Geonics. Geomimetics and additive technologies// High-tech technologies and innovations: electronic collection of reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 65th anniversary of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, 2019, Part 4, P.121-124.] DOI 10.12737/conferencearticle\_5cecedc1e71318.35819098. – EDN РТҮНХW.
17. Елистраткин М. Ю. Применение положений геоники-геомиметики при разработке отделочных материалов// Научные технологии и инновации: Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. С. 116-120. [Elistratkin. M. Yu. Application of the provisions of geochemistry-geomimetics in the development of finishing materials // High-tech technologies and innovations: electronic collection of reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 65th anniversary of V.G. Shukhov BSTU, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2019. P. 116-120.] DOI 10.12737/conferencearticle\_5cecedc1d9bb20.52375772.
18. Дегтев Ю. В., Фролова М. А., Левченко А. А., Попов М. А. Строительные материалы для архитектурной геоники// Технические науки - от теории к практике. № 35.2014. С. 63-73. [Degtev Yu. V., Frolova M. A., Levchenko A. A., Popov M. A... Building materials for architectural geonics//. Technical sciences - from theory to practice. No. 35.2014. P. 63-73] EDN SHCBRT.
19. Елгина О. В. Природная колористика на примере аналогов геологического происхождения// Фундаментальные основы строительного материаловедения: Сборник докладов Международного онлайн-конгресса, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1136-1143. [Yelgina O.V. Natural coloristics on the example of analogues of geological origin//. Fundamentals of Building Materials Science: Collection of reports of the International Online Congress, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. P. 1136-1143.] EDN YLPGAP.
20. Sacco G. L. S., Chiara Ferrero, Carlo Battini, Chiara Calderini, Combined use of deformation and structural analysis for the structural damage assessment of heritage buildings: A case study in the Liguria region (Italy), Engineering Failure Analysis, Vol. 147. 2023. 107154. ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107154>.
21. Barratt R.P. Simulating a stone roof for the Maltese Neolithic temples: Analysing stress to understand specialisation, Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, Volume 27, 2022, e00236, ISSN 2212-0548
22. Javier Ortega, Marnix F.L. Meersman, Sofia Aparicio, Juan Carlos Liébana, José Javier Anaya, Margarita González, Influence of stress level and damage on sonic tomography imaging and on the estimation of deformability properties of historic stone masonry, Construction and Building Materials, Volume 417, 2024, 135285, ISSN 0950-0618

23. Feiglstorfer, Hubert. (2019). Mineral Building Traditions in the Himalayas: The Mineralogical Impact on the Use of Clay as Building Material. 10.1515/9783110591330.
24. Zakirova J., Khusnutdinova S. The problems of formation and conservation of the green frame (green carcass) of the satellite city (on the example of Zelenodolsk)// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kazan, September 27–29, 2017. Vol. 107. Kazan: Institute of Physics Publishing, 2018. P. 012139. DOI 10.1088/1755-1315/107/1/012139. EDN XXGENV.
25. Лесовик В. С. Геоника. Предмет и задачи. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2012. 219 с. [Lesovik V. S. Geonics. Subject and tasks. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2012. 219 p.] ISBN 978-5-361-00178-1. – EDN SFGPEB.
26. Лесовик В. С. Архитектурная геоника// Взгляд в будущее Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. № 31-1(50). С. 131-136. [Lesovik V. S. Architectural geonics// A look into the future Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2013. No. 31-1(50). P. 131-136.] EDN RDPBEJ.
27. Прокофьев Е. И. Архитектурная геоника. Задачи, методология и примеры// Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. Том 1. ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий». 2015. С. 425-430. [Prokofiev E. I. Architectural geonics. Tasks, methodology and examples // Modern building materials, technologies and structures: Materials of the International scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of "GGNTU named after Academician M.D. Millionshchikov". Grozny. Volume 1. Publishing and Printing Complex Grozny Worker. 2015. P. 425-430.] EDN TUBVML.
28. Цветкова Ю. П. Геоника как новое стилистическое направление в архитектуре. Фундаментальные основы строительного материаловедения: Сборник докладов Международного онлайн-конгресса, Белгород, 06–11 октября 2017 года. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1260-1265. [Tsvetkova Yu. P. Geonics as a new stylistic trend in architecture. Fundamentals of Building Materials Science: Collection of reports of the International Online Congress, Belgorod, October 06-11, 2017. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. P. 1260-1265] EDN YLPGEX.
29. Шеремет А. А. Формы и структуры в архитектуре на основе геоники (геомиметики) Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека: II Международный онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры Строительного материаловедения, изделий и конструкций, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. С. 66-70. [Sheremet A.A. Forms and structures in architecture based on geonics (geomimetics) Nature-like technologies of building composites for the protection of the human environment: II International Online Congress dedicated to the 30th anniversary of the Department of Building Materials Science, Products and Structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2019. P. 66-70.] EDN EYOJH.
30. Немцева А. В. Архитектурная геоника в современных творческих концепциях. Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека: II Международный онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры Строительного материаловедения, изделий и конструкций, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. С. 34-38.

- [Nemtseva A.V. Architectural geonics in modern creative concepts. Nature-like technologies of building composites for the protection of the human environment: II International Online Congress dedicated to the 30th anniversary of the Department of Building Materials Science, Products and Structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2019. P. 34-38.] EDN FSOPDO.
31. Першина И. Л. Специфическая среда геоники - вид средового проектирования в архитектуре//. Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. – 2017. № 1. С. 225-230 [Perschina I. L. The specific environment of geonics is a type of environmental design in architecture. Safety of the Russian construction fund. Problems and solutions. – 2017. No. 1. P. 225-230]. EDN SDMFAB.
32. Бычкова А. А. Отображение синергетики в архитектурной геонике (Геомиметике)//. Экономика. Общество. Человек: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Научный редактор Е.Н. Чижова. Т.1. Вып. XXXVII. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. С. 57-61. [Bychkova A. A. Mapping of synergetics in architectural geonics (Geomimetics)//. Economy. Society. Man: Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Scientific editor E.N. Chizhova. Vol. 1. Issue XXXVII. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2019. P. 57-61] EDN BYRMNI.
33. Ярмош Т. С. Применение бионических и геометрических форм в архитектуре. Современные проблемы архитектуры и градостроительства: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 94-98. [T. Yarmosh. S. Application of bionic and geometric forms in architecture. Modern problems of architecture and urban planning: collection of reports of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2022. P. 94-98.] EDN BJDOGT.
34. Першина И. Л. Использование в архитектурной геонике свойств соляных пещер для здоровья человека //Фундаментальные основы строительного материаловедения: Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1229-1235. [Perschina I. L. Using the properties of salt caves for human health in architectural geonics //Fundamental principles of building materials science: Collection of reports of the International Online Congress. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. P. 1229-1235] EDN YLPGDR.
35. Гладких В. В. Использование минералов в ландшафтной архитектуре. Аллея науки. 2017. Т. 1, № 15. С. 645-650. [Gladkikh V. V. The use of minerals in landscape architecture. Science Alley. 2017. Vol. 1, No. 15. P. 645-650] EDN YMDNJB.
36. Riahi, P., Katsaros, L., & Davis, M. T. (Eds.). *Multiplicity: On Constraint and Agency in Contemporary Architecture*. University of Massachusetts Press. 2024. DOI:10.2307/jj.16738700.
37. Dostoglu, Neslihan. Re-viewing the role of culture in architecture for sustainable development. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*. Vol 2. 2021. P.157-169. DOI:10.47818/DRArch. 2021.v2i2017
38. Gautam, A. Biophilic Design in Architecture. *International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 6(3). 2017. DOI: 10.5281/zenodo.1126543
39. Waweja, V., & Tabb, P. J. The Greening of Architecture: A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design. *Journal of Architectural Education*, Vol. 68(1), P.57-77. 2015. DOI: 10.1080/10464883.2015.989005.

#### Информация об авторах

**Прокофьев Евгений Иванович**, кандидат архитектуры, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Российская Федерация  
E-mail: zhenya.prokofiev@mail.ru

**Серегин Дмитрий Владимирович**, архитектурная компания CROX, директор по архитектурному проектированию и дизайну, Шанхай, Китай

E-mail: seregindmitryarchitect@gmail.com

**Сулейманов Альфред Мидхатович**, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, член-корр. Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: alfred-sulejmanov@yandex.ru

#### **Information about the authors**

**Evgenii I. Prokofiev**, candidate of architecture, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: zhenya.prokofiev@mail.ru

**Dmitry V. Seregin**, architectural company CROX, director of architecture & design, Shanghai, China

E-mail: seregindmitryarchitect@gmail.com

**Alfred M. Suleymanov**, doctor of technical sciences, professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, corresponding member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

E-mail: alfred-sulejmanov@yandex.ru