

**Архитектоника жилых зданий Прибайкалья в структуре геосистемы****О.И. Саландаева^{1,2}**¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия²Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Исследование формирования жилых зданий в природно-климатических условиях Прибайкалья и исследование проблем взаимодействия совокупности ряда особенностей компонентов геосистемы в контексте формирования жилой среды в сейсмических условиях позволяет объемно структурировать задачи гармонизации составляющих и взаимосвязанных компонентов геосистемы – компонентов природных территориальных систем, социально-экономических и природно-общественных пространственных систем с целью повышения качества архитектуры жилых зданий, обеспечения их устойчивости и комфорта для разных типов групп населения. Исследована многоступенчатая структура материально организованной пространственной среды для жизнеобеспечения населения с учетом перемен социально-экономических условий. Природные, территориальные, градостроительные компоненты, влияющие на формирование устойчивых жилых зданий, соответствующие современным архитектурным требованиям, позволили выявить общенаучные теоретические изыскания структуры геосистемы, был исследован исторический опыт, а также опыт отечественного и зарубежного формирования жилой среды, жилых зданий и их комплексов. Выявлены основные взаимоопределяющие факторы развития архитектуры жилых зданий и их комплексов в геосистеме: динамика пространственно-временного развития жилых зданий и их комплексов, влияние развития жилых зданий и их комплексов на процессы взаимодействия компонентов, взаимодействие жилых зданий и их комплексов в структуре геосистемы. Обозначены некоторые концептуальные направления формирования жилых зданий и их комплексов, в том числе регулируемые и саморегулируемые в определенных существующих и потенциально изменяющихся условиях геосистемы Прибайкалья.

Ключевые слова: жилые здания, жилые комплексы, жилая среда, архитектурное моделирование, геосистема, сейсмичность

Для цитирования: Саландаева О.И. Архитектоника жилых зданий Прибайкалья в структуре геосистемы // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 418–434. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-418-434>. EDN: JGERJA.

Original article**Architectonics of residential buildings in the Baikal region as part of its geosystem****Olga I. Salandaeva^{1,2}**¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia²Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract. Research into the development principles of residential areas in the natural and climatic conditions of the Baikal region, taking into account various interactions within the geosystem under seismic conditions, contributes to harmonizing the constituent and interconnected geosystem components. These include natural territorial, socio-economic, and natural-public spatial systems. Such research is aimed at improving the quality of architecture of residential buildings, ensuring their sustainability and comfort for different population groups. This article investigates the multi-stage structure of a materially organized and life-supporting spatial environment considering changes in socio-economic conditions. Natural, territorial, and urban planning components that determine the formation of sustainable residential buildings

meeting the modern architectural requirements were investigated. This enabled the theoretical foundations of the geosystem structure to be revealed. The historical experience of forming residential environment, residential buildings, and their complexes both in Russia and abroad was studied. The main inter-related factors in the development of the architecture of residential buildings and their complexes in the geosystem were determined. These include the dynamics of spatial and temporal development of residential buildings and their complexes, the impact of such development on the processes of component interaction, and the interrelation of residential buildings and their complexes in the geosystem structure. Conceptual directions in the formation of residential buildings and their complexes under the existing and changing conditions of the Baikal region geosystem, including those regulated and self-regulated, are outlined.

Keywords: residential buildings, residential complexes, residential environment, architectural modeling, geosystem, seismicity.

For citation: Salandaeva O.I. Architectonics of residential buildings in the Baikal region as part of its geosystem. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):418-434. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-418-434>. EDN: JGERJA.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование жилой среды, как компонента геосистемы, в общенаучном представлении позволяет сопоставить все составляющие элементы ее структуры и их свойства, в том числе пространственные границы с компонентами геосистемы.

Данная работа ориентирована на изучение пространственной архитектуры жилых зданий, в том числе антропогенных комплексов и ландшафтов – селитебных комплексов населенных пунктов, от локальных населенных мест до мегаполисов.

Лесные, водные, сельскохозяйственные и промышленные, а также дорожные комплексы отмечены только в контексте средовых и целепологающих факторов, таких как ландшафтная пространственная структура, деятельность человека (населения), коммуникации и др. Эволюция развития архитектуры жилых зданий, начиная с древнейших объектов, дошедших до нашего времени, просматривается как самостоятельное выражение пространственных архитектурных сооружений в геосистеме и предполагаемых моделей социального развития. Объекты новых и новейших исторических периодов можно проследить как пространственные архитектурные модели в геосистеме, тесно связанные с социально-экономическими условиями во времени. Особенности моделирования современных жилых зданий в условиях цифровых технологий (проектных, строительных, информационных, а также виртуализация) открывают новые подходы к технологиям производства, информационно-пространственному формированию и философии жилища.

Рассмотрены деформация архитектурного пропорционирования, особенности современных архитектурных деталей и проблема потребности очеловечивания архитектурных масштабов жилища.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исторический, отечественный и зарубежный опыт формирования жилой среды, архитектурно-пространственной структуры жилых зданий и их комплексов в данной работе рассматривается в контексте взаимодействия с природным комплексом в структуре геосистемы, т.е. компонентов природных территориальных систем, социально-экономических и природно-общественных пространственных систем, характеризующих местные особенности структуры геосистемы (ландшафта).

Особое внимание уделено анализу национальных и традиционных типов жилища, как типов, формировавшихся в условия геосистемы. Рассмотрен субъективный творческий опыт некоторых архитекторов и объективные условия формирования типов жилища.

Типология современных жилых зданий, жилых комплексов и многофункциональных жилых комплексов в отечественном и зарубежном опыте строительства представлена как взаимодействие элементов в структуре геосистемы в широком понимании и структуре города в частности.

Обозначены задачи оптимизации современного подхода к обеспечению устойчивости зданий с одной стороны и задачи обеспечения высокого качества архитектуры жилых зданий с учетом положения зданий в структуре города. Рассмотрены средства повышения качества архитектуры жилых зданий разной

социальной принадлежности, в том числе путем актуального архитектурного моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Преподаватель Института Гражданских Инженеров Императора Николая I Михаил Красовский еще в 1916 г., в первой и единственно вышедшей части его курса истории русской архитектуры «Деревянное зодчество», указывал, что «...зодчества каждого народа, только что осевшего на новых местах, всегда находится в тесной связи с географическими условиями этих мест, даже и в том случае, если народ этот обладает известной долей культуры и уже успел выработать кое-какие строительные приемы, живя на своей первоначальной родине.

Связь эта продолжает оставаться тесной до того времени, когда народ, образовав государство, достигнув высокой ступени культуры и заведя оживленные сношения не только с ближайшими соседями, но и с отдаленными странами, получает возможность привозить к себе те строительные материалы, в которых родина ему отказывает, но которые становятся ему необходимыми для постройки зданий, удовлетворяющих его развившимся потребностям и облагороженным культурой вкусом»¹.

Развитие типов жилища от самых древних, дошедших до нашего времени зданий и

сооружений, в данной работе представлено только в структуре, которая характеризует наиболее явные типологические признаки: размеры, социальную принадлежность, стилистические и национальные особенности.

Древнейшие типы жилища, такие как руины двенадцати селений, которые сохранились в каньоне Гран-Чако (одно из них Пуэбло-Бонито, занимает территорию около 1 га и в нем могли проживать до 1200 человек, 950–1300 гг.) свидетельствуют о высокой культуре строительства традиционной архитектуры, формировании пространственно-планировочной структуры с учетом местных особенностей и высокой социальной общности народа (рис. 1).

Уникальный древний город Мачу-Пикчу (памятник Юнеско), руины которого сохранились до наших дней, имеет единую композиционную концепцию и более того все постройки города ориентировались на астрономические показания: «Место, где привязывали солнце» [1–10].

Эволюция развития архитектурных сооружений, начиная с древнейших объектов и народных типов жилища, просматривается как самостоятельное выражение пространственных архитектурных сооружений в геосистеме и предполагаемых моделей социального развития, что указывает на первостепенную связь с местом строительства (рис. 2).



**Рис. 1. Пуэбло-Бонито в каньоне Гран-Чако. Общий вид строения.
Ситуационный вид местности**

**Fig. 1. Pueblo Bonito in the Gran Chaco Canyon. General view of the building.
Situational view of the area**

¹Красовский М.В. Курс истории русской архитектуры. Часть 1. Деревянное зодчество. Петроград: Товарищество Р. Голике и А. Вильборг, 1916. 406 с.

Традиционные жилища в природных горах ландшафтах Циньба в провинции Сычуань западной части Китая соответствуют характеру горных территорий, контурам склонов (рис. 3, 4, 5). Конфигурация жилых домов в известной мере свободна как в планировочном отношении, так и гибко варьируется по высоте с учетом склонов местности для минимизирования

воздействия жилищ на природную среду. В условиях ограничений, продиктованных горным рельефом, преимущественно используются традиционные жилища простые в плане, компактные и имеющие минимальную площадь застройки, гибкие по организации пространства и доступные в строительстве [10–15].



Рис. 2. Традиционные народные жилища: иглу, типи, трулли, танаконен
Fig. 2. Traditional folk dwellings: igloo, tipi, trulli, tanakonen

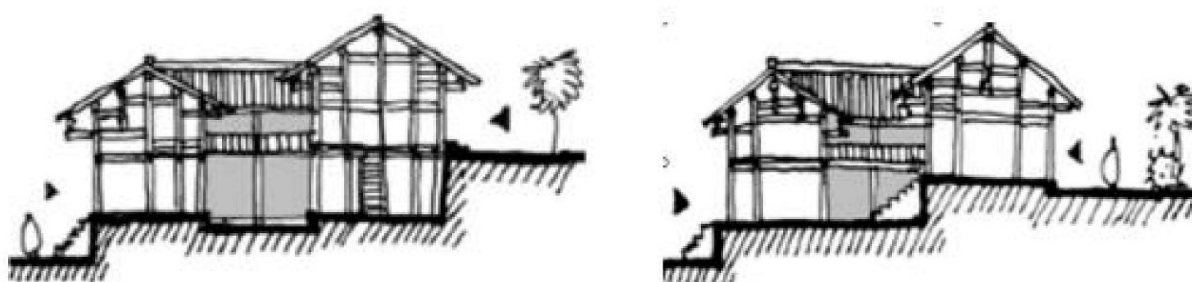


Рис. 3. Форма здания и пространство двора адаптированы к перепаду высот местности
Fig. 3. The shape of the building and the space of the courtyard are adapted to the height difference of the terrain

Объемно-пространственные структуры и организация местных зданий правильные и адаптированы к климатическим условиям. Здания преимущественно г-образной формы, в которой восточная часть здания длиннее западной. Таким образом, при резком колебании

дневных и ночных температур, длинная восточная часть здания позволяет избежать резкого нагревания дворового пространства от прямых солнечных лучей, а вечером западная часть здания позволяет продлить солнечное облучение и предотвратить слишком быстрое

понижение температуры во дворе. Направления проветривания здания и дворового пространства в летний период осуществляется и регулируется через двери и окна, в зимний период окна с северной стороны не открывают [15–17].

Опыт формирования городов берет свое начало с архитектуры Древней Греции, давшей импульс развитию инженерных строительных наук: основам геометрии, механики и статики.

Греческие города в эпоху эллинизма строго дифференцировались по назначению зданий: общественные (административные, торговые, культовые и зрелищно-торговые) и частные. Сформировалась регулярная планировочная структура города, основанная на прямоугольной сетке «гипподамова система».

Строго геометрическая трассировка улиц применялась независимо от рельефа территории.

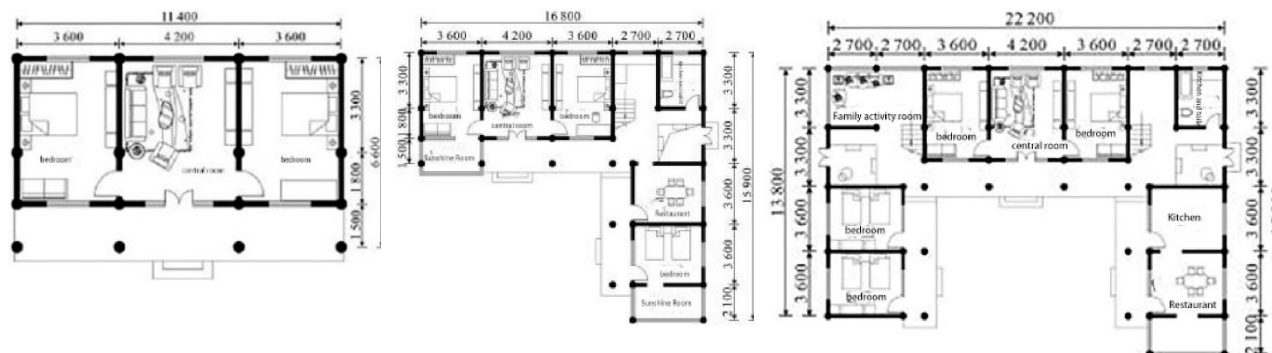


Рис. 4. Типичные планировочные решения зданий (традиционные жилища в Циньба)
Fig. 4. Typical planning solutions for buildings (traditional dwellings in Qingba)

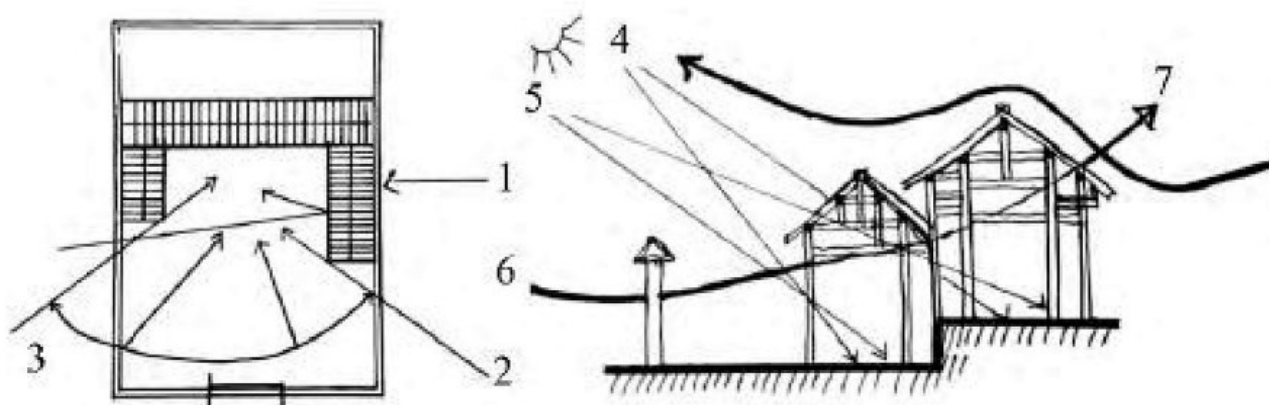


Рис. 5. Схема проветривания жилища (традиционное жилище в Циньба): 1 – ветер; 2 – полуденный солнечный свет; 3 – полуденное солнце; 4 – летний солнечный свет; 5 – зимний солнечный свет; 6 – направление летнего ветра; 7 – направление зимнего ветра
Fig. 5. Dwelling ventilation diagram (traditional dwelling in Qingba): 1 – wind; 2 – afternoon sunshine; 3 – the afternoon sun; 4 – summer sunshine; 5 – winter sunshine; 6 – summer wind direction; 7 – winter wind direction

Римские города дифференцировались по функциям зданий: ремесленно-торговые, административно-культурные, военные лагеря и др. Планировочная структура городов находилась в прямой зависимости от функционального назначения, местоположения и свойств территории.

Планировочная система небольших городов и военных лагерей преимущественно регулярная. Крупные города, особенно

расположенные на рельефе, не имели правильной планировочной структуры. Значительная доля городов развивалась на основе военных лагерей и имела регулярную планировочную систему, основанную на двух основных направлениях, пересекающихся под прямым углом улиц – кардо и декуманус. Планировочные схемы городов античного мира отображают четкую графику основных транспортно-пешеходных коммуникаций и форм начертания

опорных элементов планировочной структуры поселений (рис. 6). Монофункциональность древних городов в современном градост-

роительстве сменялась на многофункциональность с каким-либо преобладающим направлением.

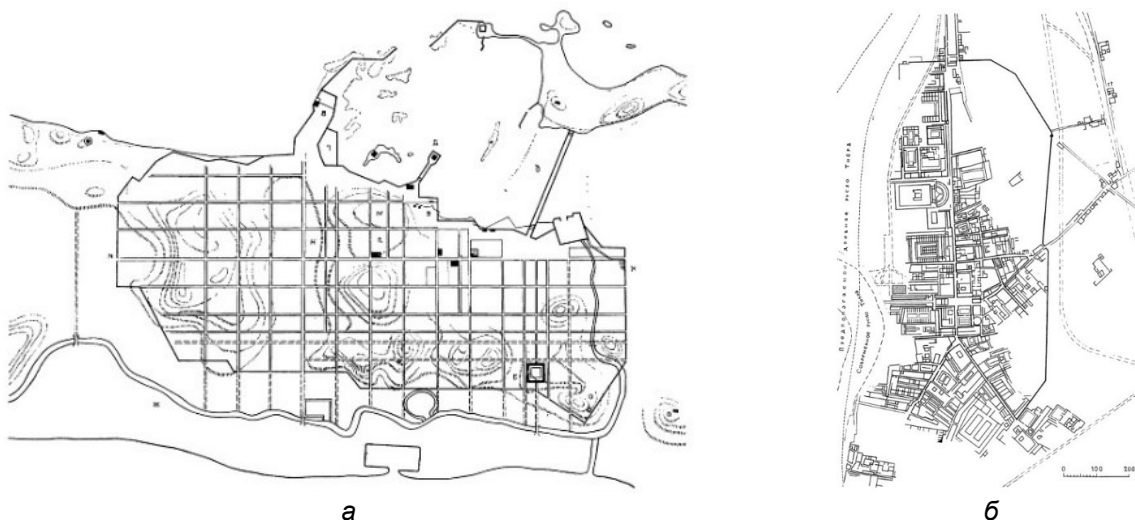


Рис. 6. Города античного мира: а – Александрия Египетская²; б – Остия³
Fig. 6. Cities of the ancient world: a – Alexandria of Egypt; b – Ostia

Современные структуры планировочных решений городов формируются на основе девяти базовых типов, их вариативности, специфических условиях геосистемы и в большей степени природного каркаса города и его исторического развития, что обеспечивает каждому городу уникальность планировочной структуры не только относительно функционального зонирования, формообразования, но и социализации. Следовательно, потенциальные возможности пространственного формирования городов, опирающиеся на базовые планировочные структуры, значительно расширяются в условиях рационального подхода к использованию условий геосистемы, в том числе всех планировочных элементов города – систем магистралей, дорог, пешеходных систем, в зависимости от функционального назначения рельефа территории и ландшафтных условий и др.

Объекты новых и новейших исторических периодов прослеживаются как пространственные архитектурные модели в геосистеме, тесно связанные с социально-экономическими условиями во времени. Особенности моделирования современных жилых зданий в условиях цифровых технологий (проектных,

строительных, информационных, а также виртуализации) открывают новые подходы к технологиям производства, информационно-пространственному формированию и философии жилища. Современные подходы к формированию жилой среды в большой мере зависят от социально-экономических факторов, что нередко приводит к игнорированию особенностей «места», в том числе стилистических, а также деформации масштабов архитектурного пропорционирования зданий и современных архитектурных элементов, вследствие чего прочитывается проблема потребности очеловечивания архитектуры жилища и ее масштабов. Для исследования развития культуры жилой застройки и жилых зданий на территориях с повышенной сейсмичностью необходимо выявление комплекса их взаимодействий в структуре геосистемы. Современное прочтение понятия геосистемы последовательно расширяется. Еще в XVIII в. Татищев В.Н. утверждал «...новый взгляд: география есть описание “предела” – области или страны по четырем аспектам: астрономическому, физическому, политическому и историческому»⁴.

В своих трудах о рациональном

²Города Древней Греции эпохи эллинизма // Totalach. Режим доступа: https://antique.totalarch.com/gha_grece/5/4 (дата обращения: 18.09.2023).

³Основные типы городов Римской империи // Totalach. Режим доступа: https://antique.totalarch.com/gha_roma/3/3 (дата обращения: 18.09.2023).

⁴География. Современная энциклопедия // GUFO.ME. Режим доступа: https://gufo.me/dict/geography_modernenc/%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2 (дата обращения 24.07.2023).

использовании природных ресурсов в географической среде Арманд Д.Л. наряду с общегеографическими научными задачами указывал на изучение влияния «...деятельности человеческого общества на природу... Взаимодействие компонентов природы, имеющих хозяйственное значение», требования «...использования природных ресурсов, обеспечивающих их возобновление» в случае использования возобновляемых ресурсов (невозобновляемые ресурсы – оптимизация).

В проблематике, возникающей в результате деятельности человека, речь шла о разрушении почвенного покрова, загрязнении воды, воздуха, шумовом загрязнении и о соблюдении двух принципов: «...потреблять только такое количество возобновляемых природных ресурсов, которое человечество в состоянии воспроизводить; производить только такую продукцию, отходы которой могут быть полностью минерализованы или возвращены в полезный оборот»⁵.

«В основе построений С.В. Калесника – идея о целостности природы. Отдельные компоненты ландшафтной оболочки рассматриваются им с точки зрения их роли в формировании этой оболочки, как единого целого»⁶. Понятие геосистема введено в науку академиком Сочава В.Б. в 1980-х гг. «Система географических наук: А – учение о геосистемах; Б – учение о территориальных системах; В – учение о территориально-производственных системах; ГТ – географическая тектология; СТР – страноведение; ЭЧ – экология человека; БГ – биогеография; ГЖН – география животного населения; ГБ – геоботаника; ГП – география почв; ГМ – геоморфология; КП – климатология; ГД – гидрология; ПА – пространственный анализ природно-географических явлений; ГПР – география природных ресурсов» [19]. В трудах 80-х гг. акцентируется внимание на климатическую структуру геосистем: Коломыц Э.Г. – температурные режимы, увлажнение почвы и воздуха; Сурова Н.А. – зимние режимы и снежные покровы и др. [12]. В настоящее время понимание геосистемы, как системы компонентов географической оболочки, связанных потоками вещества, энергии и информации, включает в себя понятие природных территориальных систем, населения и хозяйства. Влияние природных (природный каркас) и градостроительных условий, в том числе геологической среды, как многокомпонентной дискретной динамической природной системы на формирование сейсмически устойчивой застройки, следует

рассматривать как обстоятельства, концептуально определяющие формирование планировочной структуры застройки, пространственной структуры зданий, взаимосвязей, габаритов, формы (табл. 1). Представленная модель сейсмического воздействия на жилую среду в геосистеме указывает на основные типы землетрясений, результаты воздействия землетрясений на компоненты жилой среды и вторичные факторы риска природного и техногенного характера (рис. 7). Приемы объемно-пространственного моделирования застройки с учетом сейсмического воздействия, физико-геологических, геодезических и градостроительных условий вырабатываются индивидуально на каждой строительной площадке с учетом характеристик природных условий территорий по степени благоприятности для застройки (табл. 2). Сейсмическую уязвимость жилой застройки усугубляют увеличение числа городского населения и его плотность, усложнение инфраструктуры, несоответствие зданий требованиям сейсмостойкого строительства, физический, сейсмический и моральный износ строительного фонда, экстремальные архитектурные, инфраструктурные и градостроительные элементы и другие факторы. По данным Max Roser в России происходит спад численности населения. Приток в города происходит за счет миграции населения. Возникает задача – рекультивация и переориентирование использования брошенных ранее освоенных территорий.

На территории Иркутской области на разных исторических этапах в результате воздействия деятельности человека на природный комплекс, в том числе строительства, происходили геологические процессы, а именно трансформация ландшафтов и изменения, влияющие на такие факторы, как тектонические движения и климат.

На начальном дореволюционном этапе освоения территорий современной Иркутской области, начиная со строительства Иркутского острога и далее первых поселений, исторические документы, в том числе письма Я.И. Похабова и изображения Иркутска в «Чертежной книги Сибири» С.У. Ремезова свидетельствуют, что деятельность ограничивалась развитием сельского хозяйства (растениеводство, животноводство, рыбная ловля и пр.) и строительством из дерева крепостных (оборонительных) сооружений, изб, усадебных и хозяйственных построек (с умеренной вырубкой лесов).

⁵Арманд Д.Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 236 с.

⁶Калесник С.В. Академия наук СССР. Материалы к библиографии ученых СССР. Серия географических наук, вып.

Таблица 1. Основные характеристики природных условий территорий по степени благоприятности для застройки

Table 1. Main characteristics of the natural conditions of territories according to the degree of favorableness for development

№ п/п	Природные факторы	Категории территорий		
		Благоприятные	Неблагоприятные	Особо неблагоприятные
1	Рельеф	Уклон от 0,5 до 10 %	Уклон до 0,5 % и от 10 до 20 %, гористых до 30 %	Уклон свыше 20 %, гористых – 30 %
2	Грунты	Расчетное сопротивление от 1,5 кг/см ²	Расчетное сопротивление от 1,0 до 1,5 кг/см ²	Расчетное сопротивление менее 1,0 кг/см ²
3	Гидрогеологические условия	Безнапорный водоносный горизонт на глубине более 3 м	Безнапорный водоносный горизонт на глубине 1–3 м	Водоносный горизонт на глубине менее 1 м
4	Затопляемость	Незатопляемые или затопляемые не чаще 1 раз в 100 лет	Расположенные между линиями затопления	Затопляемые
5	Заболоченность	Отсутствует	Торфяники слоем менее 2 м	Торфяники слоем более 2 м
6	Овраги	Незначительные – глубиной до 3 м	Недействующие глубиной до 10 м	Интенсивное оврагообразование глубиной свыше 10 м

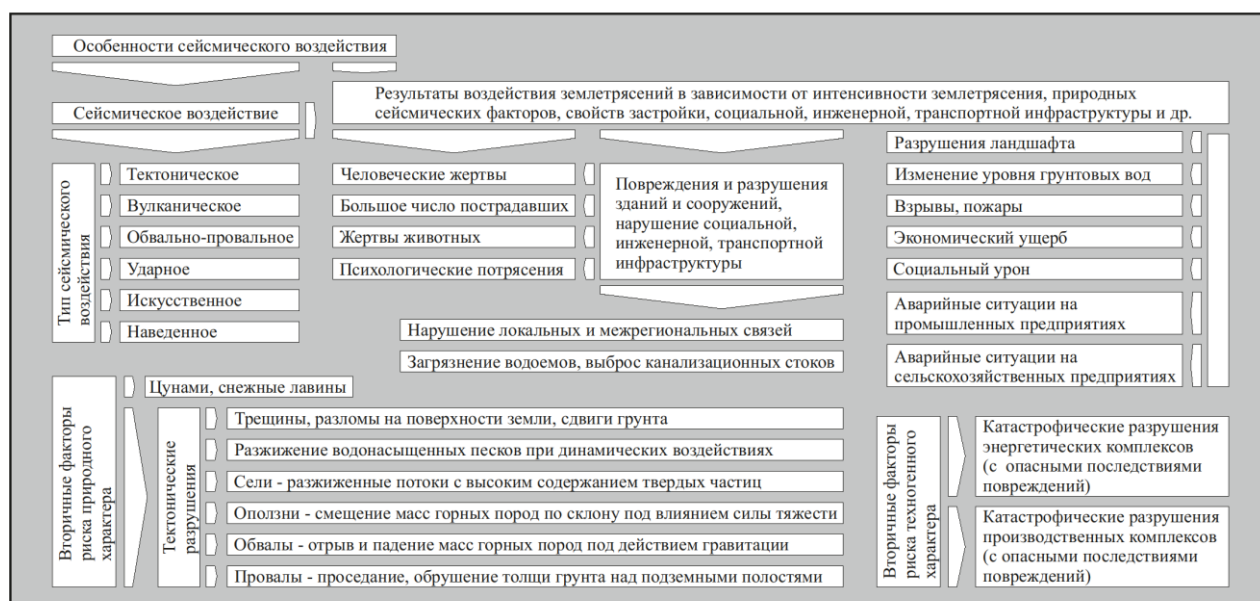


Рис. 7. Модель сейсмического воздействия на жилую среду в геосистеме; автор – О.И. Саландаева

Fig. 7. Model of seismic impact on the living environment in the geosystem; author – O.I. Salandaeva

При формировании города началось строительство каменных зданий, в том числе часовен и церквей. При этом природная и геодинамическая среда не изменялась.

Архитектурная школа жилищного строительства на послереволюционном этапе (после революции 1917 г.) представлена преимущественно в историческом центре города.

Таблица 2. Планировочные типы жилых зданий для массового жилищного строительства в зависимости от активности рельефа территории

Table 2. Planning types of residential buildings for mass housing construction depending on the activity of the territory's topography

№ п/п	Уклон территории	Характеристика территории	Планировочные типы жилых зданий для массового жилищного строительства
1	< 5 %	Пологий	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий
2	5–10 %	Умеренный	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий, с компоновкой в соответствии с особенностями рельефа
3	10–20 %	Сильный	Приемлемы все типы планировочных систем жилых зданий, рекомендуются специальные типы планировочных систем первых этажей с учетом особенностей рельефа
4	20–50 %	Крутой	Здания террасной планировочной системы (по рельефу), с ориентацией, обеспечивающей нормативную инсоляцию; здания блокированные (перпендикулярно рельефу, по рельефу), с ориентацией, обеспечивающей нормативную инсоляцию
5	50–100 %	Очень крутой	Не используются для массового жилищного строительства, только индивидуальные постройки

Архитектор Миталь К.В. спроектировал жилые дома по ул. Лапина, 8 и переулок Пионерский, 10. Кербель Б.М. – жилой дом по ул. Богдана Хмельницкого, 1. Янко Е.Ф. – жилой дом по ул. К. Маркса, 31 и жилые дома с магазинами в уровне первого этажа по ул. Ленина, 24, ул. Фурье, 15 и др. Жилищное строительство на индустриальном этапе приобрело массовый характер, и в этом направлении получило свое развитие на начальном этапе деревянных, а далее преимущественно кирпичных, крупнопанельных жилых зданий:

1. Жилые здания из кирпича – 3, 4, 5-этажные жилые дома с малометражными квартирами из кирпича серии 1-306с (с 1960-х гг.) и 5-этажные жилые дома из кирпича серии 114 (1972–1990 гг.).

2. Жилые здания крупнопанельные – с неполным каркасом высотой в 4-5 этажей серии 1-335с (1959–1969 гг.) и модернизированной серии 1-335-АС (1970–1980 гг.); 5-этажные дома серии 1-464АС (1964–1994 гг.); 5-этажные дома серии 135с (1978–1990 гг.) и 9-этажные дома серии 135с (1977–1990 гг.) состоят из унифицированной неизменяемой части блок-секции и набора рядовых, торцевых, угловых, поворотных, а также блок-секции с пожарным проездом, элементов блокировки, сочетание которых обеспечивает различный набор квартир (такое построение серии позволило повысить градостроительную маневренность и создать необходимое художественное разнообразие застройки); здания серии И-163 (1977–2008 гг.) составляют значительную часть

жилого фонда таких городов, как Иркутск, Ангарск, Зима, Усолье-Сибирское, Шелехов и др.

Основной целью массового строительства индустриальных жилых зданий являлось обеспечение благоустроенным жильем населения в короткие сроки. Повышение уровня благоустройства жилых зданий повлекло за собой развитие линейных инженерных коммуникаций. В связи с особенностями индустриального строительства, а именно в большей степени унификаций, здания так же, как и индустриальные изделия приобретали унифицированные формы, стандартные планировочные решения, немногочисленные типы отделки фасадов, отказ от многих типов архитектурных элементов. При решении экономических задач жилищного строительства жилые здания поступательно приобретали однотипный характер. И только точечно в городской структуре появлялись «акцентные» жилые здания, построенные по авторским архитектурным проектам, такие как объекты архитектора Павлова В.А. – жилые дома в Академгородке, в Микрорайоне Байкальский, по ул. 5 Армии, 16, пр. Маршала Жукова, 1 и др.

На этапе индустриального развития территорий – роста энергетических, промышленных, добывающих предприятий, транспортных и инженерных коммуникаций, промышленное и гражданское строительство возникли существенные техногенные нагрузки:

– нарушение динамического состояния крутых склонов – подрезка и др. (способствуют оползневым процессам);

- подтопление территорий, утечки из инженерных коммуникаций (способствуют суффозионно-просадочным, оползневым процессам и изменению физико-механических свойств грунтов);
- вновь сформированные техногенные грунты и водоносные горизонты (способствуют оползневым процессам);
- нарушение дернового покрытия (способствует развитию эрозии, оврагообразованию);
- плотная застройка, сплошные дорожные и пешеходные водонепроницаемые покрытия без ливневой канализации (предупреждает некоторые процессы линейной эрозии, при неорганизованном большом стоке атмосферных осадков способствует развитию эрозии,

осадочным, провальным геологическим процессам);

- крупные жилые массивы (способствуют уплотнению и изменению структуры грунта);

- крупные жилые массивы с глубоким заложением фундаментов, подземными частями здания близкому к уровню грунтовых вод с инфильтрационной подпиткой преимущественно техногенного характера (повышают риск подтопления территории, образование заболоченных массивов, пойменных озер как результат барражного эффекта).

Техногенные факторы изменения геологической среды территории города Иркутска (по А.В. Кадетовой) представлены на рис. 8 [17–20].



Рис. 8. Техногенные факторы изменения геологической среды территории города Иркутска (по А.В. Кадетовой)
Fig. 8. Technogenic factors of changing the geological environment territory of the city of Irkutsk (according to A.V. Kadetova)

Архитектура жилых зданий в переходный (постперестроечный) период формировалась в условиях адаптации существующей (разрушенной) индустриальной базы, возникновения новых строительных направлений и условиях высокой сейсмичности территорий. Происходила модернизация жилых крупнопанельных домов серии И-163 после проведения экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости здания, в результате была разработана серия И-163.02/94 – 10-этажных жилых домов с улучшенными планировочными и конструктивными решениями, а также с широким рядом компоновочных типов (на базе лаборатории сейсмостойкого строительства ИЗК СО РАН и ООО «Спецпроект»). Велось строительство 9-, 12-, 16-этажных жилых домов с

каркасом, адаптированному к местным условиям, серии 1.120с с безригельным каркасом, по проектам института «Иркутскгражданпроект», для площадок сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов из изделий завода ОАО «Сибвиастрой», выполненных с учетом натурных испытаний. Также осваивалось проектирование и строительство монолитных жилых домов с каркасной и перекрестно-стеновой конструктивными системами. Массовое строительство жилых зданий из монолитного железобетона в г. Иркутске началось в 2004 г. с 7- и 12-этажных зданий. Преимущественно применялись планировочные решения зданий секционного типа, размеры и типология квартир формировалась согласно требованиям рынка недвижимости и местоположения зданий в структуре

«городской ткани». Большую популярность приобрели многофункциональные жилые комплексы (рис. 9).

Согласно СП 116.13330.2012 в Иркутской области зарегистрированы следующие проявления опасных геологических процессов: оползни, карст, подтопление, пучение, наледообразование, термокарст, затопление. Результаты воздействия деятельности человека на природный комплекс в Прибайкалье на разных исторических этапах повышения интенсивности хозяйственного, промышленного и энергетического развития Прибайкалья свидетельствуют о том, что компоненты геосистемы, в

том числе сейсмогеологические условия территорий являются изменяемыми. В результате исследований разработана система взаимодействия жилых зданий, жилой застройки и природного гидрогеологического комплекса, потенциально влияющих на сейсмичность территории (табл. 3). Структурные элементы жилой застройки Прибайкалья (жилые здания как представители типов жилых зданий массового применения; инфраструктура – социальная, транспортная и инженерная) рассмотрены в качестве преобразующиеся компоненты геосистемы в процессе эксплуатации и при воздействиях природных факторов.

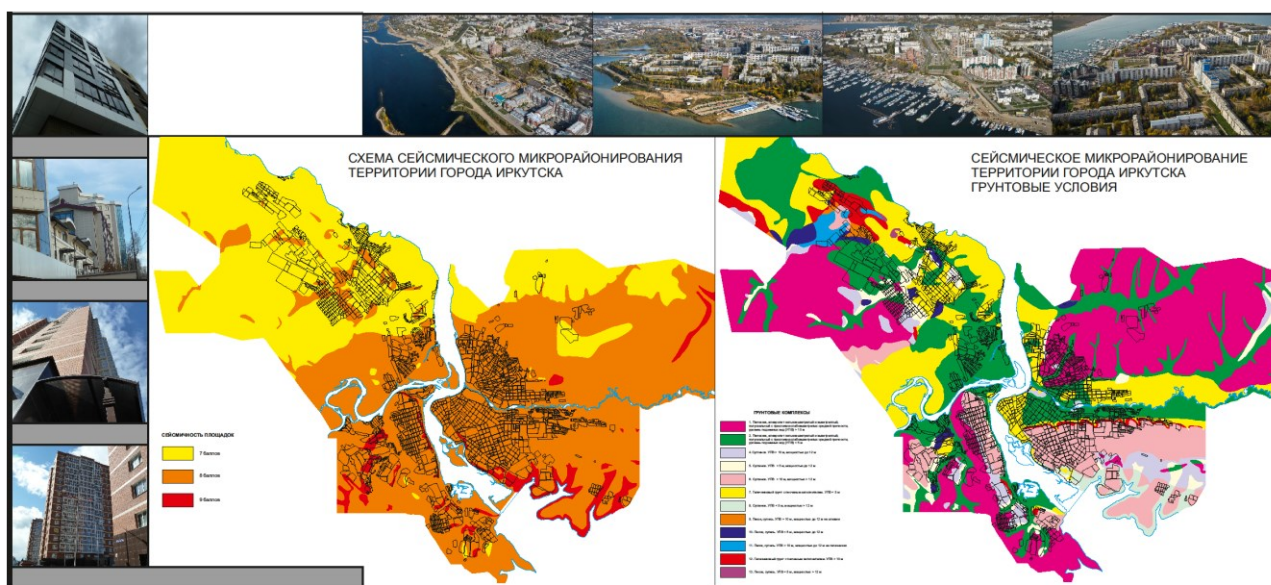


Рис. 9. Схемы сейсмического микрорайонирования, грунтовых условий территории г. Иркутска и типологические образцы застройки и жилых зданий
Fig. 9. Seismic microzonation schemes, soil conditions territory of the city of Irkutsk and typological samples of buildings and residential buildings

В настоящее время построены и ведется активное строительство жилых комплексов на разных площадках города разной этажности и с разными архитектурными концептуальными подходами, но комплексными функциональными решениями, формирующими пространство комфортным и обеспеченным инженерной, транспортной и социальной инфраструктурами посредством адаптации к выбранной территории и с учетом существующей градостроительной структуры.

К таким жилым комплексам можно отнести: жилой комплекс «Сибиряков» (Верхняя Набережная, 171/6 стр.) по проекту Сибирского проектного института (рис. 10); клубный дом «Бабр» на ул. Красного Восстания, 24 (главный архитектор проекта А.Ю. Янова, главный конструктор проекта Д.А. Макаревича (рис. 11));

жилой комплекс «СОЮЗ PRIORITY», проезд Юрия Тена, 14/8 стр. по проекту Проектной организации ООО АБ «АСноВА», г. Екатеринбург (главный архитектор проекта О.А. Прилуцкая, главный конструктор А.П. Кренделев (г. Иркутск) (рис. 12)); жилой комплекс «Стрижи сити» (рис. 13) и др.

При формировании пространственной структуры жилых зданий значительными являются факторы, влияющие на оптимизацию комфортной, устойчивой жилой застройки и жилых зданий – факторы формообразования в определенных климатических и ландшафтных условиях с учетом сейсмогеологических, т. е. интеграция архитектурно-пространственной структуры в геосистему с учетом предварительного прогнозирования возможного воздействия антропогенных нагрузок.

Таблица 3. Взаимодействие структуры жилой застройки, жилых зданий и природного гидрогеологического комплекса, потенциально влияющее на сейсмичность территории
Table 3. The interaction of the structure of residential development, residential buildings and natural hydrogeological complex, potentially affecting the seismicity of the territory

№ п.п.	Свойства и проявления структуры жилой застройки, жилых зданий	Взаимодействие структур		Реакция – отзыв природного гидрогеологического комплекса
1		Исходное взаимодействие		
1.1		→ увеличение массы жилых зданий приводит к увеличению статических нагрузок от здания на основание	← уплотнение и изменение структуры грунта	
1.2		→ крупные жилые массивы с глубоким заложением фундаментов, подземными частями здания близко к уровню грунтовых вод с инфильтрационной подпиткой преимущественно техногенного характера	← повышение риска подтопления территории, образования заболоченных массивов, пойменных озер, как результат барражного эффекта	
1.3		→ плотная застройка, сплошные дорожные и пешеходные водонепроницаемые покрытия без ливневой канализации	← предупреждает некоторые процессы линейной эрозии, при неорганизованном большом стоке атмосферных осадков способствует развитию эрозии, осадочным, провальным геологическим процессам	
1.4		→ жилые массивы на крутых склонах с подрезкой грунта и выполнением других работ	← нарушение динамического состояния крутых склонов, оползневые процессы	
1.5		→ благоустройство жилой застройки с нарушением дернового покрытия	← развитие эрозии, оврагообразование	
2		Возможные эксплуатационные воздействия		
2.1		→ подтопление территорий, утечки из инженерных коммуникаций	← суффозионно-просадочные, оползневые процессы, изменение физико-механических свойств грунтов	
2.2		→ формирование «культурного слоя»	← изменение структуры грунта	
2.3	→ перестройки, пристрои, надстрои	← см. «Исходное взаимодействие»		



Рис. 10. Жилой комплекс «Сибиряков»
Fig. 10. Residential complex Sibiryakov



Рис. 11. Клубный дом «Бабр»
Fig. 11. Club House Babr



Рис. 12. Жилой комплекс «СОЮЗ PRIORITY»
Fig. 12. Residential complex SOYUZ PRIORITY



Рис. 13. Жилой комплекс «Стрижи 시티»
Fig. 13. Residential complex Strizhi City

Таким образом, при решении многокритериальной задачи формирования жилых зданий в геосистеме можно воспользоваться математической моделью:

$$\begin{cases} F(x) \rightarrow \max \\ x \in D \end{cases}$$

, где

D – множество потенциальных архитектурных решений, $F(x)$ – векторная функция архитектурного аргумента x , представляется как $F(x) = \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)\}$, где $f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)$ – скалярные функции векторного архитектурного аргумента x , каждая из которых

является математическим выражением одного критерия оптимальности архитектурного решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности современных развивающихся городов выражаются в активном, иногда импульсивном темпе преобразования некоторых структурных элементов города и их взаимосвязей. Преобразования диктуются интенсификацией технологий строительства, коммуникаций, в том числе информационных с одной стороны и преобразованием видов деятельности человека, его социальной активности, динамичной возрастных изменений с другой стороны. Преобразования в селитебной части пространства, а именно жилых, общественно-деловых и смешанных зон, рекреационных зон, взаимодействующих между собой, влекут за собой преобразование транспортно-пешеходных и инженерных коммуникаций, в том числе межрегиональных.

Все пространственные преобразования элементов городской структуры происходят в рамках существующего природно-экологического каркаса. Распространено строительство жилых комплексов в зонах, априори являющимися рекреационными.

Новые архитектурно-пространственные композиции и архитектура жилых зданий в структуре геосистемы приобретают все более функциональный характер, часто игнорирующий психоэмоциональные и эстетические составляющие архитектуры зданий с одной стороны и природные аффилиации с другой стороны.

Существующие же жилые, как правило, точечной застройки, здания часто подавляются масштабом и стилистикой вновь построенных зданий, которые не учитывают такие категории, как композиция, стиль, образ, пластика существующих зданий.

Значимые природно-экологические факторы для современного «устойчивого развития» города, а именно геологические и сейсмогеологические условия, учитываются в контексте обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений, климатические условия, световые и инсоляционные факторы в

контексте обеспечения санитарно-эпидемиологических требований и т. п. При этом часто игнорируются инструменты, способствующие сохранению и улучшению природной экосистемы в той части, где это не продиктовано нормативными проектными требованиями.

Современные инструменты решения вышеуказанных задач ориентированы на обеспечение прогностической сейсмостойкости зданий в части их конструктивных решений, соответствующих определенным габаритам и ограничениям по их конфигурации, а также на некоторые требования по организации эвакуации. При этом существуют дополнительные инструменты оптимизации использования территорий под застройку, в том числе архитектурные, ориентированные на снижение антропогенной нагрузки, а также инструменты регенерации и преобразования ранее использованных и ныне неэффективных территории. Обозначены некоторые концептуальные направления формирования жилых зданий и их комплексов, в том числе регулируемые и саморегулируемые в определенных существующих и потенциально изменяющихся условиях геосистемы Прибайкалья:

- характер стилистических и планировочных решений с учетом климатических условий, в том числе сейсмичности и особенностей ландшафта;
- разнообразие архитектуры жилых зданий в соответствии с родом деятельности и типом населения;
- природные ресурсы и материалы для строительства;
- цифровые и информационные системы коммуникаций и взаимодействия населения в развивающейся во времени жилой среде в структуре города.

Положительный баланс взаимодействия компонентов геосистемы при антропогенном воздействии является основополагающим фактором формирования архитектурно-пространственной структуры жилой застройки, жилых зданий и обеспечение защиты человека от воздействия негативных внешних факторов, в том числе сейсмического воздействия и вторичных явлений сейсмического воздействия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арманд Д.Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 236 с.
2. Белаш Т.А., Зенченко Д.В. Сейсмостойкие конструкции крупнопанельных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 3. С. 130–137. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137>. EDN: TAHRZI.

3. Бержинская Л.П., Саландаева О.И., Базаров А.Д., Киселев Д.В., Дэмбэрэл С. Оценка сейсмической надежности современной застройки г. Улаанбаатара // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2014. № 1. С. 49–54. EDN: RSQMYR.
4. Галич М. История доколумбовых цивилизаций. М.: Мысль, 1990. 407 с.
5. Зейферт М.Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой среды // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2004. № 1 (2). С. 21–24. Режим доступа: <https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhurnal/arkhiv-zhurnal> (дата обращения: 23.12.2023).
6. Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Ландшафты. М.: Мысль, 1989. 504 с.
7. Карпова Н.В. Урбогеосистемный концепт развития современного города: содержание и механизмы реализации // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2022 № 3 (79). С. 85–92. <https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2022.79.3.011>. EDN: YVPPPW.
8. Коссаковский В.А., Чистова В.А. Архитектурная композиция жилого дома. М.: Стройиздат, 1990. 237 с.
9. Леггет Р. Города и геология. М.: Мир, 1976. 557 с.
10. Капица А.П. Локальные контрасты в геосистемах: сборник статей. Владивосток: Дальневосточный научный центр, Тихоокеанский институт географии СССР, 1977. 206 с.
11. Букин С.С., Долголюк А.А., Исаев В.И., Тимошенко А.И. Опыт решения жилищной проблемы в городах Сибири в XX – нач. XXI вв. Новосибирск: Параллель, 2008. 216 с.
12. Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О., Бержинский Ю.А., Клячко М.А., Шестоперов Г.С., Стром А.Л. Проект новой Российской сейсмической шкалы // Инженерные изыскания. 2011. № 10. С. 62–71. Режим доступа: https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-inzhenerye-izyskaniya-102011/ (дата обращения: 23.12.2023).
13. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Градостроительные особенности жилой застройки города Шелехова в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 6 (77). С. 97–105. EDN: QCRBVH.
14. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Формирование архитектурно-типологического ряда жилых зданий и территорий города Улан-Батора в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 177–186. EDN: RPBKIX.
15. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 132–145. EDN: TKOLAF.
16. Сочава В.Б. Теоретическая и прикладная география. Новосибирск: Наука, 2005. 287 с.
17. Нечаева Е.Г., Давыдова Н.Д., Щетников А.И., Кузьмин В.А., Напрасникова Е.В., Семенова Л.Н., Воробьева И.Б. [и др.]. Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. Новосибирск: Наука, 2004. 184 с.
18. Тржцинский Ю.Б., Козырева Е.А., Верхозин И.И. Инженерно-геологические особенности Иркутского амфитеатра. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2005. 124 с.
19. Lin Zhao, Juan Xu Architectural Design of Residential Buildings in Qinba Mountains Based on Knowledge Mapping // Case Studies in Thermal Engineering. 2019. Vol. 14. P. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100412>.
20. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings // Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure. 2019. Vol. 966. p. 335–346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

REFERENCES

1. Armand D.L. *Geographical Environment and Rational Use of Natural Resources*. Moscow: Nauka, 1983. 236 p. (In Russ.).
2. Belash T.A., Zenchenkova D.V. Earthquake-Resistant Design of Large-Panel Buildings. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and Construction*. 2019;3:130-137. (In Russ.). <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137>. EDN: TAHRZI.
3. Berzhinskaia L.P., Salandaeva O.I., Bazarov A.D., Kiselev D.V., Demberel S. Seismic Reliability of Modern Housing in Ulaanbaatar City. *Seismostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii = Earthquake Engineering. Constructions Safety*. 2014;1:49-54. (In Russ.). EDN: RSQMYR.
4. Galich M. *History of pre-Columbian Civilizations*. Moscow: Mysl, 1990. 407 p. (In Russ.).
5. Zeifert M.G. Urban Planning Aspects of Reconstruction of the Living Environment. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2004;1(2):21-24. Available from: <https://izvestija.kgasu.ru/ru/nomera-zhurnal/arkhiv-zhurnal> [Accessed 23th December 2023] (In Russ.).
6. Isachenko A.G., Shlyapnikov A.A. *Landscapes*. Moscow: Mysl, 1989. 504 p. (In Russ.).
7. Karpova N.V. Urban Geo-Systemic Concept of Modern City Development: Content and Implementation Mechanisms. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKh) = Vestnik of*

- Rostov State University of Economics (RINH). 2022;3(79):85-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.54220/v.rsue.1991-0533.2022.79.3.011>. EDN: YVPPPW.
8. Kossakovskii V.A., Chistova V.A. *Architectural Composition of a Residential Building*. Moscow: Stroyizdat, 1990. 237 p. (In Russ.).
9. Legget R. *Cities and Geology*. Moscow: Mir, 1976. 557 p. (In Russ.).
10. Kapitsa A.P. *Local Contrasts in Geosystems: Collection of Articles*. Vladivostok: Far Eastern Scientific Center, Pacific Institute of Geography of the USSR, 1977. 206 p. (In Russ.).
11. Bukin S.S., Dolgolyuk A.A., Isaev V.I., Timoshenko A.I. *Experience in Solving the Housing Problem in The Cities of Siberia in The XX - Early Years XXI Centuries*. Novosibirsk: Parallel, 2008. 216 p. (In Russ.).
12. Aptikaev F.F., Erteleva O.O., Berzhinskii Yu.A., Klyachko M.A., Shestoporov G.S., Strom A.L. Project of A New Russian Seismic Scale. *Inzhenernye izyskaniya = Engineering Survey*. 2011;10:62-71. Available from: https://www.geomark.ru/journals_list/zhurnal-inzhenernye-izyskaniya-102011/ [Accessed 23th December 2023] (In Russ.).
13. Salandaeva O.I., Berzhinskaya L.P. Town Planning Features of Shelekhov Residential Development Under High Seismicity Conditions. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2013;6(77):97-105. (In Russ.). EDN: QCRBVH.
14. Salandaeva O.I., Berzhinskaya L.P. Formation of Architectural and Typological Range of Residential Buildings and Areas in Ulaanbaatar Under Conditions of High Seismicity. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2013;11(82):177-186. (In Russ.). EDN: RPBKIX.
15. Salandaeva O.I. Formation of Architectural and Constructive Techniques for Irkutsk Residential Development Under Conditions of High Seismicity. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2015;2(97):132-145. (In Russ.). EDN: TKOLAF.
16. Sochava V.B. *Theoretical and Applied Geography*. Novosibirsk: Nauka, 2005. 287 p. (In Russ.).
17. Nechaeva E.G., Davydova N.D., Shchetnikov A.I., Kuz'min V.A., Naprasnikova E.V., Semenova L.N., Vorob'eva I.B. [et al.]. *Trends in Landscape-Geochemical Processes in Geosystems of Southern Siberia*. Novosibirsk: Nauka, 2004. 184 p. (In Russ.).
18. Trzhtsin'skii Yu.B., Kozyreva E.A., Verkhosin I.I. *Engineering and Geological Features of the Irkutsk Amphitheater*. Irkutsk: Irkutsk State Technical University. 2005. 124 p. (In Russ.).
19. Lin Zhao, Juan Xu Architectural Design of Residential Buildings in Qinba Mountains Based on Knowledge Mapping. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2019;14:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100412>.
20. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings. *Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure*. 2019;966:335-346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

Информация об авторе

Саландаева Ольга Ивановна,
доцент кафедры архитектуры
и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 83, Россия,
ведущий инженер отдела сейсмостойкого
строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, Российская Федерация, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 128, Россия,
✉e-mail: salandaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>
Author ID: 982163

Information about the author

Olga I. Salandaeva,
Associate Professor
of the Department of Architecture
and Urban Planning,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
Leading Engineer of the Department
of Earthquake -Resistant Construction,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
✉e-mail: salandaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>
Author ID: 982163

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил
рукопись к печати и несет ответственность за
плагиат.

Contribution of the author

Author has conducted the study, prepared the
manuscript for publication and bears the
responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by the author.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 11.04.2024.
Одобрена после рецензирования 19.04.2024.
Принята к публикации 24.04.2024.

Information about the article

The article was submitted 11.04.2024.
Approved after reviewing 19.04.2024.
Accepted for publication 24.04.2024.