

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2026. Т. 28. № 4. С. 86–102.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)  
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2026; 28(4): 86–102.

Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

## НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 721.055

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-86-102>



EDN: DRXZSG

# АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ФЕРМ В ЖИЛЬЕ

**Анатолий Кириллович Фигура, Резеда Хакимовна Ахтямова**

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Казань, Россия*

**Аннотация.** *Актуальность.* Урбанизация, климатические изменения и нестабильность продовольственных цепочек требуют внедрения локальных агропроизводственных объектов в структуру жилой застройки. В отечественной науке отсутствуют адаптированные к российским нормативам и климату архитектурно-планировочные модели интеграции вертикальных ферм в жилые дома.

**Цель.** Разработка архитектурно-планировочной концепции интеграции вертикальных ферм в жилой дом, включающей типологическую классификацию, систему оценочных критериев и типовые планировочные решения.

**Материалы и методы.** Проведен сравнительный анализ более 15 реализованных зарубежных проектов, систематизированы варианты размещения, выполнена оценка нормативных и климатических аспектов, разработаны модульные планировочные решения.

**Результаты.** Выявлено 6 типов размещения вертикальных ферм (крыша, стилобат, подземный паркинг, наземный паркинг, фасад, жилая ячейка). Разработана система количественных и качественных критериев оценки архитектурно-градостроительного потенциала. Предложены минимальный универсальный агроблок, типовая компоновка фермы с магазином (горизонтальная и вертикальная) и планировочная модель «квартира-ферма» на типовом этаже. Сформулированы рекомендации для умеренного и резко континентального/арктического климата России.

**Выводы.** Предложенная концепция позволяет проектировать вертикальные фермы в составе жилых домов с учетом российской специфики, обеспечивая продовольственную независимость, социальную активацию и устойчивость городской среды.

**Ключевые слова:** вертикальные фермы, архитектурно-планировочная концепция, агроблок, гидропоника, устойчивое развитие, городское сельское хозяйство

**Для цитирования:** Фигура, А.К., Ахтямова, Р.Х. Архитектурно-планировочная концепция внедрения вертикальных ферм в жилье // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 4. С. 86–102. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-86-102>. EDN: DRXZSG

## ORIGINAL ARTICLE

## ARCHITECTURAL AND PLANNING CONCEPT FOR THE IMPLEMENTATION OF VERTICAL FARMS IN HOUSING

Anatoly K. Figura, Rezeda Kh. Akhtyamova

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

**Abstract.** Urbanization, climate change, and food supply chain instability necessitate the integration of local agricultural production facilities into residential buildings. Russian science lacks architectural and planning models for integrating vertical farms into housing that account for local regulations and climate.

**Purpose:** The aim of the study is to develop an architectural planning concept for integrating vertical farms into residential buildings, including a typological classification, evaluation criteria, and standard planning solutions.

**Methodology:** Comparative analysis of over 15 implemented foreign projects, systematization of placement options, assessment of structural, regulatory, and climatic aspects, development of modular planning solutions.

**Research findings:** Six types of vertical farm placement are identified (roof, stylobate, underground parking, ground parking, facade, residential unit). A system of quantitative and qualitative criteria is developed to evaluate the architectural and urban planning potential. A minimal universal agro-block (1.2×3.0 m), typical farm-store layouts (horizontal and vertical), and the apartment-farm model based on a standard floor are proposed. Differentiated design recommendations are formulated for temperate and sharply continental/arctic climate of Russia.

**Value:** The proposed concept enables the design of vertical farms within residential buildings tailored to Russian conditions, enhancing food independence, social activation, and urban sustainability.

**Keywords:** vertical farm, architectural and planning concept, agro-block, hydroponics, sustainable development, urban agriculture

**For citation:** Figura, A.K., Akhtyamova, R.Kh. Architectural and Planning Concept for the Implementation of Vertical Farms in Housing. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28(4): 86–102. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-4-86-102>. EDN: DRXZSG

## Введение

Вертикальные фермы, интегрированные непосредственно в жилую застройку, обеспечивают близость к потребителям, снижение транспортных издержек, образовательную и социальную функции [1–3]. Объем мирового рынка вертикального земледелия в 2024 г. оценивался в 6,7 млрд долл. США с ожидаемым ростом до 19,7 млрд долл. к 2034 г. при среднегодовом темпе прироста 11,4 % (рис. 1).

Несмотря на растущий практический интерес, в отечественной науке отсутствуют разработанные архитектурно-планировочные модели интеграции вертикальных ферм в жилую застройку, учитывающие российскую нормативную и климатическую специфику [4, 5]. Существующие исследования ограничиваются описанием зарубежного опыта [6–8] либо рассматривают технологическую сторону вопроса в отрыве от архитектурного проектирования [4]. Е.В. Осипова, Г.Н. Айдарова и др. [9] фиксируют постпандемийный запрос на ресурсоавтономность жилой среды – прямая предпосылка для интеграции

ферм. М.В. Аширова и Г.Н. Айдарова [10] демонстрируют принцип модульности и быстрого развертывания объектов в городской среде – та же логика применима к агромодулям.

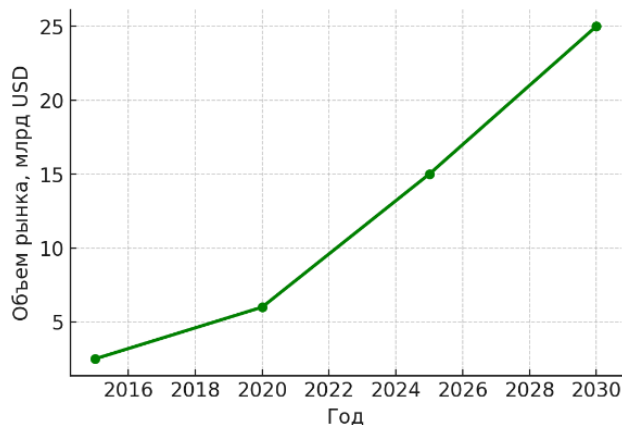


Рис. 1. График роста рынка вертикальных ферм 2015–2030 гг.  
Fig. 1. Vertical farming market for the years 2015–2030

Научная новизна исследования состоит в разработке системы количественных и качественных критериев оценки архитектурно-градостроительного потенциала интеграции; создании авторской планировочной модели жилого этажа башенного дома с вертикальной фермой; обосновании параметров минимального универсального агроблока; формулировании дифференцированных рекомендаций по сочетанию типа размещения и климатической зоны России.

### Обзор литературы и рыночные тренды

Проблематика городского сельского хозяйства разрабатывается в нескольких направлениях. Первое – типологическая систематизация объектов и их роль в городской среде: А.М. Абдуллаев и соавторы [1] рассматривают городское фермерство как инструмент развития городских территорий, А.И. Бикташев и соавторы [6] анализируют городские агрофермы как новый тип общественного пространства, совмещающего производственные и средообразующие функции. Второе направление – технологии производства и обоснование целесообразности объектов: Д.А. Буторина и И.И. Ахтямов [2] исследуют объекты городского фермерства как новые общественные пространства в России; Г.И. Быкова и соавторы [5] систематизируют приемы введения сельскохозяйственных объектов в ткань города; концептуальный фундамент заложен в работе Д.Д. Деспомье [3], обосновывающей стратегию вертикального земледелия как элемента устойчивого городского развития. Третье направление – зарубежный опыт и монографические обзоры: Д.Д. Журавлева [7] дает обзор сити-фермерства как перспективного направления агропроизводства; Н.А. Сапрыкина [8] рассматривает формирование экоустойчивой среды обитания, включая агроинтеграцию.

Смежные методологические подходы представлены в работах Р.Р. Хафизова и Э.Р. Шигабутдиновой [11], исследующих принципы адаптивной архитектуры,

и Р.Р. Хафизова и А.Д. Фадеевой [12], анализирующих многотиповую жилую среду – оба подхода релевантны для проектирования гибких агрожилых систем.

Вместе с тем ни одна из перечисленных работ не предлагает комплексной архитектурно-планировочной модели, увязывающей тип размещения фермы, климатическую зону и нормативные требования применительно к российским жилым комплексам. Настоящая статья направлена на восполнение этого пробела.

### Методология

Исследование построено на четырехэтапном подходе, обеспечивающем повторяемость результатов.

Этап 1. Сравнительный анализ проектов. Отобраны и проанализированы 15 реализованных и концептуальных объектов вертикального земледелия в жилой и смешанной застройке (Lufa Farms, Монреаль; Growing Underground, Лондон; Sky Greens, Сингапур; The Farmhouse и др.). Критерии отбора: наличие верифицированных проектных данных; интеграция в жилой или многофункциональный комплекс; реализованность либо высокая степень проектной готовности. Проекты систематизированы по типу размещения, технологии выращивания, климатической зоне и площади фермерской зоны.

Этап 2. Систематизация вариантов интеграции. На основе анализа сформированы 6 типологических групп размещения. Для каждой группы зафиксированы ключевые конструктивные, инженерные и нормативные параметры.

Этап 3. Нормативный анализ. Проверялось соответствие проектных решений требованиям СП 54.13330.2022 (жилые здания)<sup>1</sup>, СП 2.13130.2020 (противопожарная защита)<sup>2</sup>, СанПиН 2.1.3684–21 (санитарно-эпидемиологические требования)<sup>3</sup>, а также СП 20.13330.2016 (нагрузки и воздействия)<sup>4</sup> – в части снеговых нагрузок для кровельных ферм. Выявлено отсутствие специализированных нормативных требований к интегрированным агропроизводственным объектам в жилых домах, что определяет необходимость разработки специальных технических условий (СТУ).

Этап 4. Разработка планировочных решений. На основе результатов этапов 1–3 сформированы параметры минимального агроблока, типовые компоновки и планировочная модель «квартира-ферма».

<sup>1</sup> СП 54.13330.2022. СНиП 31-01–2003. Здания жилые многоквартирные: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Российской Федерации № 361 от 13 мая 2022 г.: срок введения 13 июня 2022 г. 57 с.

<sup>2</sup> СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты: утвержден и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 12 марта 2020 г. № 151. Москва, 2020. 45 с.

<sup>3</sup> СанПиН 2.1.3684–21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: утверждены постановлением главного государственного санитарного врача российской федерации от 28 января 2021 г. № 3. 75 с.

<sup>4</sup> СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г.: дата введения 4 июня 2017 г. 125 с.

Источники информации: официальные материалы проектов, отраслевые отчеты, рецензируемые научные статьи, действующие российские нормативные документы.

### **Архитектурные аспекты интеграции вертикальных ферм в жилые дома**

Внедрение вертикальных ферм в жилую застройку открывает новые перспективы устойчивого городского развития, позволяя преобразовать технические зоны в активные элементы городской среды.

Фермы на крыше являются одним из наиболее многообещающих способов внедрения агропроизводства в городскую среду, поскольку они позволяют эффективно использовать неэксплуатируемые плоские кровли.

Архитектурная задача при этом сводится к превращению обычной кровли в сложную многослойную конструкцию с функциями агроэкосистемы. Для реализации такого решения необходимо провести статические расчеты и усилить несущие элементы здания, чтобы компенсировать дополнительные весовые нагрузки от стеллажей, оборудования, резервуаров, персонала, урожая и снега.

Удачным примером такой интеграции служит проект Lufa Farms в Монреале, где крыша торгового центра была переоборудована в двухуровневую гидропонную теплицу с легкими алюминиевыми конструкциями, двойным остеклением и системой рекуперации тепла.

Главные плюсы крышных ферм – максимальное использование естественного освещения (а значит, снижение энергозатрат), а также возможность организовать рекреационные зоны для жителей и совместить производство с досугом. Среди минусов – необходимость обеспечивать герметичность инженерных проходов, продумывать дренаж без перегрузки ливневой канализации и добиваться эстетической совместимости с окружающей застройкой. В итоге проектирование крышных ферм требует системного подхода, при котором кровля становится многофункциональным элементом, органично вплетающим агропроизводство в городскую ткань (рис. 2, а).

Кровля представляет собой наиболее емкий по площади тип (200–2000 м<sup>2</sup>) с максимальным естественным освещением, однако предъявляет высокие требования к несущим конструкциям ( $\geq 300$  кг/м<sup>2</sup>) и малоприспособна для арктического климата ввиду экстремальных снеговых нагрузок (500–700 кг/м<sup>2</sup>). Нормативное регулирование осуществляется в рамках СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и требует усиления несущих конструкций. Социальный потенциал оценивается как средний.

Стилобатная часть зданий предоставляет значительные возможности для архитектурной интеграции вертикальных ферм, выступая переходной зоной между публичным городским пространством и приватными жилыми этажами. В этом случае ферма способна стать ключевым архитектурным акцентом, определяющим идентичность всего комплекса. Протяженные остекленные витрины делают процесс выращивания растений видимым как с улицы, так и из внутренних зон, превращая его в своеобразную динамическую инсталляцию. Многоярусные стеллажи в сочетании с подсветкой формируют эффект кинетической скульптуры, особенно выразительный в вечернее время.

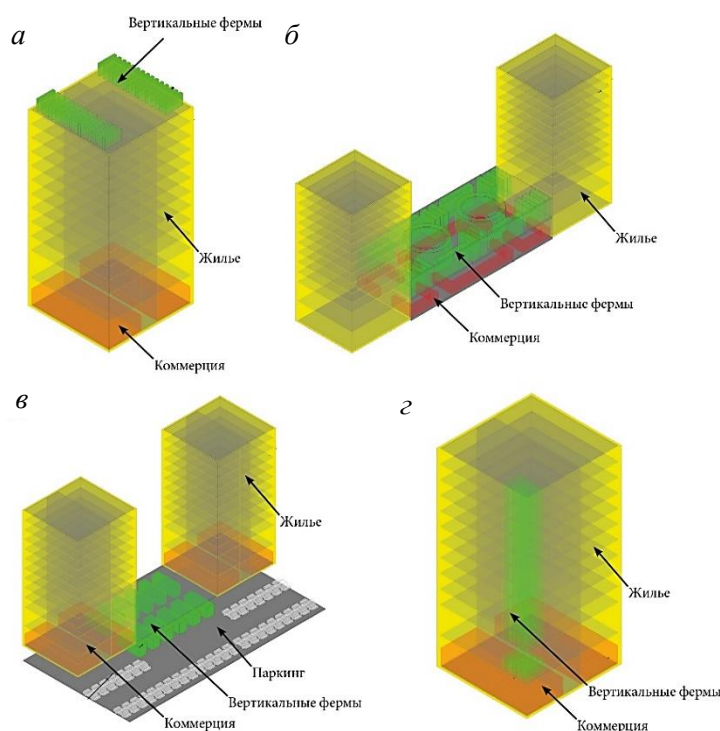


Рис. 2. Варианты интеграции вертикальных ферм в жилой дом:

*a* – схема интеграции вертикальных ферм в жилой дом на крыше; *б* – схема интеграции вертикальных ферм в жилой дом в стилобат; *в* – схема интеграции вертикальных ферм в жилой дом в подземный паркинг; *z* – схема интеграции вертикальных ферм в жилую ячейку («квартира-ферма»)

Fig. 2. Vertical farm integration in residential buildings:

*a* – roof; *b* – underground parking; *c* – underground parking; *d* – apartment-farm residential unit

С точки зрения объемно-пространственного решения стилобат приобретает характер многослойной структуры, где технологический уровень сочетается с рекреационным и коммерческим (кафе с использованием свежей продукции, образовательные центры, коворкинги, зоны розничной торговли). Атриумные пространства с фермой в композиционном ядре обеспечивают визуальную связь между уровнями и способствуют организации общественной жизни.

Проектирование предусматривает особое внимание к режиму инсоляции, усилению перекрытий и интеграции инженерных коммуникаций без ущерба для эстетики. Фасадные решения могут включать комбинацию остекления с перфорированными панелями и архитектурной подсветкой. В итоге интеграция в стилобат позволяет создать новый тип многофункционального общественного пространства, в котором архитектура, технологии и социальные функции образуют единое целое (рис. 2, б).

Стилобат обеспечивает площадь 100–500 м<sup>2</sup> при средней конструктивной нагрузке и частичном естественном освещении. Тип одинаково пригоден как для умеренного, так и для арктического климата, регулируется СП 54.13330.2022

«Здания жилые многоквартирные» и СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования...» и обладает наиболее высоким социальным потенциалом среди всех рассмотренных вариантов.

Подземные пространства и паркинги обладают значительным потенциалом для размещения ферм с полностью контролируемой средой, оставаясь при этом недооцененным ресурсом. Архитектурная адаптация этих зон предполагает преобразование утилитарных помещений в высокотехнологичные агрокомплексы.

Одним из примеров служит проект Growing Underground в Лондоне, где заброшенное бомбоубежище переоборудовано в гидропонную ферму микрозелени; контраст грубого бетона с современным оборудованием под LED-освещением создает выразительный эффект [13–15].

К преимуществам относятся независимость от внешнего климата и возможность круглогодичного производства. Вместе с тем требуется мощная система вентиляции, кондиционирования и компактное размещение стеллажей (рис. 2, в).

Подземный паркинг – компактный тип (50–300 м<sup>2</sup>) с минимальной дополнительной нагрузкой на конструкции. Принципиальным ограничением является полное отсутствие естественного освещения, что требует организации искусственной досветки. Климатическая пригодность высокая для обеих зон; нормативные барьеры связаны с требованиями СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» и устройством вентиляции. Социальный потенциал низкий вследствие изолированности от жилой среды.

Наземный паркинг (50–200 м<sup>2</sup>) характеризуется минимальной нагрузкой и боковым естественным освещением. Высоко пригоден для умеренного климата, однако в арктических условиях его применение ограничено. Ключевой нормативный барьер – изменение вида разрешенного использования (ВРИ) в соответствии с СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» и СП 113.13330.2023 «Стоянки автомобилей»<sup>5</sup>. Социальный потенциал средний.

Особого внимания заслуживает интеграция в жилую ячейку, поскольку она устанавливает прямую связь квартиры с личным производством продуктов. События такой интеграции варьируются от компактной зоны на балконе до отдельного специализированного помещения. Данный подход находит наиболее полное выражение в модели «квартира-ферма», где агромодуль площадью 4–6 м<sup>2</sup> со своим входом, буферной зоной и панорамным остеклением органично вписывается в жилое пространство.

В качестве другого примера выразительной архитектурной интеграции можно привести фасадные системы с использованием биофасадов и модульных грядок, которые обеспечивают выразительный архитектурный облик здания (пример – концепция The Farmhouse). Наиболее глубокая форма интеграции реализована в модели «квартира-ферма», где агромодуль становится частью жи-

<sup>5</sup> СП 113.13330.2023. Стоянки автомобилей: утвержден приказом министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 октября 2023 г. № 718/пр и введен в действие с 6 ноября 2023 г.: дата введения 2023-11-06. 49 с.

лого пространства (площадью 4–6 м<sup>2</sup> и более) с прямым входом, буферной зоной и панорамным остеклением [12].

Фасад – наименее емкий по площади стационарный тип (10–80 м<sup>2</sup>) при минимальной конструктивной нагрузке и максимальном естественном освещении. Пригодность для арктического климата низкая из-за теплопотерь через ограждающие конструкции; нормативное регулирование осуществляется в рамках СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» с акцентом на теплозащиту. Социальный потенциал средний.

Жилая ячейка – наименьший по площади тип (4–20 м<sup>2</sup>) с минимальной нагрузкой и частичным естественным освещением. Универсально пригодна для обоих климатических поясов, регулируется СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» и СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий...», обладает высоким социальным потенциалом как наиболее приближенный к пользователю формат.

Анализ вариантов типов размещения вертикальных ферм в структуре жилого комплекса выявил существенные различия по ключевым параметрам: площади, конструктивной нагрузке, освещенности, климатической пригодности, нормативным барьерам и социальному потенциалу.

Таким образом, наибольшей универсальностью с точки зрения совокупности параметров обладают стилобат и жилая ячейка: оба типа демонстрируют высокую климатическую пригодность и высокий социальный потенциал при относительно невысоких конструктивных ограничениях. Кровля перспективна для умеренного климата при наличии соответствующего конструктивного запаса, тогда как подземный паркинг целесообразен преимущественно как вспомогательное производственное пространство с ограниченной публичной функцией.

### Градостроительный контекст и принципы интеграции

В градостроительном контексте необходимо обеспечивать пешеходную доступность агропроизводственных объектов (логистический радиус не более 150 м), формировать вокруг них общественные и образовательные центры, включать в экологический каркас района и совмещать с элементами социальной инфраструктуры (школы, коворкинги, детские площадки). Такие объекты могут играть роль локальных узлов зеленой инфраструктуры, способствуя снижению эффекта теплового острова, улучшению микроклимата и повышению биологического разнообразия в плотной городской застройке [16].

К практическим архитектурно-планировочным принципам успешной интеграции относятся:

- принцип синергии: максимальное использование общих инженерных систем здания (отопление, вентиляция, водоснабжение) для снижения затрат;
- принцип визуальной интеграции: включение фермы как органичного элемента архитектурного образа (единство материалов, цветов, осветительных решений);
- принцип многофункциональности: сочетание производственных функций с образовательными, рекреационными и коммуникационными;
- принцип модульности: поэтапное развитие и адаптация к потребностям жителей;

– принцип адаптации к локальному контексту: учет климатических особенностей и нормативных требований.

Интеграция вертикальных ферм способствует формированию новой архитектурной типологии. Такие решения не только повышают устойчивость городской среды, но и создают предпосылки для «зеленых» кварталов, где производство пищи становится частью повседневной жизни населения.

#### **Система критериев оценки архитектурно-градостроительного потенциала интеграции**

Для достоверного анализа возможностей внедрения вертикальных ферм в жилые районы разработана система критериев, структурированная по трем группам: функционально-визуальной, экономико-технологической и нормативно-технической. Предлагаемые критерии позволяют проводить сопоставимую оценку различных проектных решений и обоснованно выбирать наиболее эффективные варианты интеграции.

Первая группа – качественные (функционально-визуальные) критерии – включает параметры, оцениваемые экспертным методом по пятибалльной шкале (целевое значение  $\geq 4$ ). Функциональная совместимость отражает степень интеграции агропроизводственных и жилых зон без взаимных ограничений. Визуальная интеграция характеризует гармоничность включения фермы в архитектурный облик здания с точки зрения соответствия масштабу, материалам и ритму фасада. Социальная активация фиксирует наличие при ферме общественных функций – магазина, кафе, образовательной зоны, формирующих ее роль как центра притяжения жителей (целевое значение – «да»).

Вторая группа – количественные (экономико-технологические) критерии – обеспечивает измеримость анализируемых параметров. Доля замещения продовольствия рассчитывается как процент потребности жителей в выращиваемых продуктах, покрываемый за счет продукции вертикальной фермы; целевой диапазон составляет 15–30 %. Плотность фермерской площади определяется отношением площади фермы к 100 м<sup>2</sup> жилой площади (рекомендуемый диапазон – 5–15 м<sup>2</sup>/100 м<sup>2</sup>). Логистический радиус – расстояние от фермы до входа в жилую секцию – не должен превышать 150 м, что соответствует принципу пешеходной доступности.

Третья группа – нормативно-технические критерии – учитывает требования действующих строительных и санитарных норм и предполагает проверку трех ключевых условий: отсутствие санитарно-защитной зоны по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03, полное соответствие пожарным нормам СП 2.13130.2020, а также соответствие снеговой нагрузки на кровлю требованиям СП 20.13330.2017 (не более 300 кг/м<sup>2</sup> для умеренного климата).

Совокупность предложенных критериев образует измеримую базу для сравнительного анализа различных вариантов интеграции вертикальных ферм в жилые районы, позволяя формулировать обоснованные выводы о целесообразности тех или иных архитектурно-планировочных решений.

#### **Технологии вертикального земледелия: сравнительный анализ**

Выбор технологии вертикального земледелия определяется архитектурным контекстом и условиями эксплуатации жилого комплекса.

Гидропоника представляет наиболее сбалансированное решение для большинства проектов интеграции в жилые районы, получившая широкое распространение в реализованных объектах: Lufa Farms и Sky Greens. Умеренные требования к площади, отработанные технологии и совместимость со стандартными строительными конструкциями делают ее приоритетным выбором.

Аэропоника целесообразна в условиях высокой плотности застройки, где приоритет отдается экономии воды (на 95 % меньше, чем при традиционном земледелии) и площади. Более высокая стоимость оборудования оправдана для коммерческих ферм в стилобатах.

Аквапоника рекомендуется для общественных и образовательных зон стилобатов и атриумов благодаря замкнутому ресурсному циклу и высокому образовательному потенциалу.

Роботизированные системы оправданы в высокотехнологичных проектах, ориентированных на минимизацию ручного труда, в подземных паркингах и крупных кровельных фермах.

### **Практические рекомендации по проектированию и эксплуатации вертикальных ферм в различных климатических условиях России**

Настоящий раздел адресован проектным организациям и девелоперам. Рекомендации сформулированы для двух контрастных климатических зон и увязаны с конкретными типами размещения.

#### *Умеренный климат (Центральная Россия: Москва, Казань, Самара)*

Для данной климатической зоны наиболее эффективны три типа размещения.

Крыша – оптимальный тип при условии расчетной снеговой нагрузки не более 240 кг/м<sup>2</sup> (III снеговой район по СП 20.13330.2016). Ограждающие конструкции – двойное остекление с селективным покрытием, система рекуперации тепла. Допускается естественная вентиляция в межсезонье. Освещение комбинированное: доля естественного света в весенне-летний период – 30–40 %. Теплоноситель – обратка от общей системы отопления жилой части.

Стилобат – универсальный тип для умеренного климата. Остекление двойное с солнцезащитными жалюзи. Возможна организация торгово-общественной зоны с прямым уличным доступом, что максимизирует социальный потенциал.

Жилая ячейка (модель «квартира-ферма») – наиболее доступный тип для тиражирования. Агромодуль площадью 4–6 м<sup>2</sup> ориентируется на южный или юго-восточный фасад; буферная зона обеспечивает теплоизоляцию в зимний период.

#### *Резко континентальный и арктический климат (Магаданская область, Крайний Север, Якутия)*

В данных условиях кровельные и фасадные фермы нецелесообразны: снеговые нагрузки достигают 500–700 кг/м<sup>2</sup> (VI–VII снеговые районы), а продолжительность темного периода исключает естественное освещение как ресурс.

Стилобат становится приоритетным типом: ферма полностью вписана в объем здания, не подвергается ветровым и снеговым нагрузкам, инженерные

системы работают в замкнутом контуре. Фасад – тройное остекление либо глухая высокоэффективная теплоизоляция ( $R \geq 6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ). Вентиляция – исключительно принудительная с рекуперацией тепла (КПД  $\geq 80 \%$ ).

Подземный паркинг – второй по эффективности тип: полностью независим от внешнего климата, не требует дополнительной теплозащиты ограждающих конструкций. Ключевое требование – мощная приточно-вытяжная вентиляция с  $\text{CO}_2$ -регулированием и фитосанитарным контролем.

Жилая ячейка применима при условии усиленной теплоизоляции агро модуля и полного LED-освещения (без расчета на естественный свет).

### Общие рекомендации для всех климатических зон

На стадии эскизного проектирования необходимо раннее согласование размещения фермы с органами архитектурного надзора. Обязательна разработка специальных технических условий (СТУ), поскольку действующие строительные нормы не содержат специализированных требований к интегрированным агропроизводственным объектам – в первую очередь в части видов разрешенного использования (ВРИ) и пожарной безопасности производственно-жилых зон. Проектом должна быть предусмотрена возможность модульного расширения фермы без остановки производства.

### Минимальный универсальный модуль вертикальной фермы

В основе пространственной организации фермы лежит минимальный универсальный агроблок размером  $1,2 \times 3,0 \text{ м}$  (рис. 3, а). Габариты обоснованы следующим образом: ширина 1,2 м соответствует стандартной ширине гидропонного стеллажа (0,6 м) с учетом одностороннего рабочего прохода (0,6 м); длина 3,0 м кратна модулю строительной сетки 300. Таким образом, агроблок органично вписывается в конструктивную сетку типового жилого здания без дополнительных адаптационных мероприятий.

Площадь одного агроблока составляет  $3,6 \text{ м}^2$ . При размещении гидропонных стеллажей в 5 ярусов высотой 0,4 м (общая высота стеллажа – 2,0 м при высоте помещения 2,7 м) эффективная площадь выращивания достигает  $18 \text{ м}^2$ . При средней урожайности листовой зелени методом NFT-гидропоники  $25\text{--}30 \text{ кг}/\text{м}^2$  в год один агроблок обеспечивает производство  $450\text{--}540 \text{ кг}$  зелени в год. Исходя из нормы потребления  $8\text{--}10 \text{ кг}/\text{чел.}$  в год (рекомендации Минздрава России), один агроблок покрывает потребность  $45\text{--}67 \text{ чел.}$  Для семьи из 3 чел. достаточно 1/15 агроблока, что соответствует компактному балконному модулю; для жилой секции из 30 квартир ( $\approx 75$  жителей) – 2 агроблока.

Комбинируя агроблоки, можно формировать фермерские пространства различной площади и конфигурации – от компактных решений для одного-двух домов до производственных кластеров площадью  $150\text{--}200 \text{ м}^2$  и более для снабжения целых микрорайонов. Модульность обеспечивает поэтапное развитие проекта: на первой стадии реализуется минимальный объем, а новые блоки добавляются без остановки производства [10].

Проектом предусматриваются два варианта компоновки производственной и торговой функций. Первый вариант – горизонтальная компоновка: ферма и магазин располагаются рядом на одном уровне, разделенные остекленной пе-

регородкой (рис. 3, б). Такое решение обеспечивает визуальную связь между производством и точкой продаж, позволяя покупателям наблюдать за процессом выращивания из торгового зала.

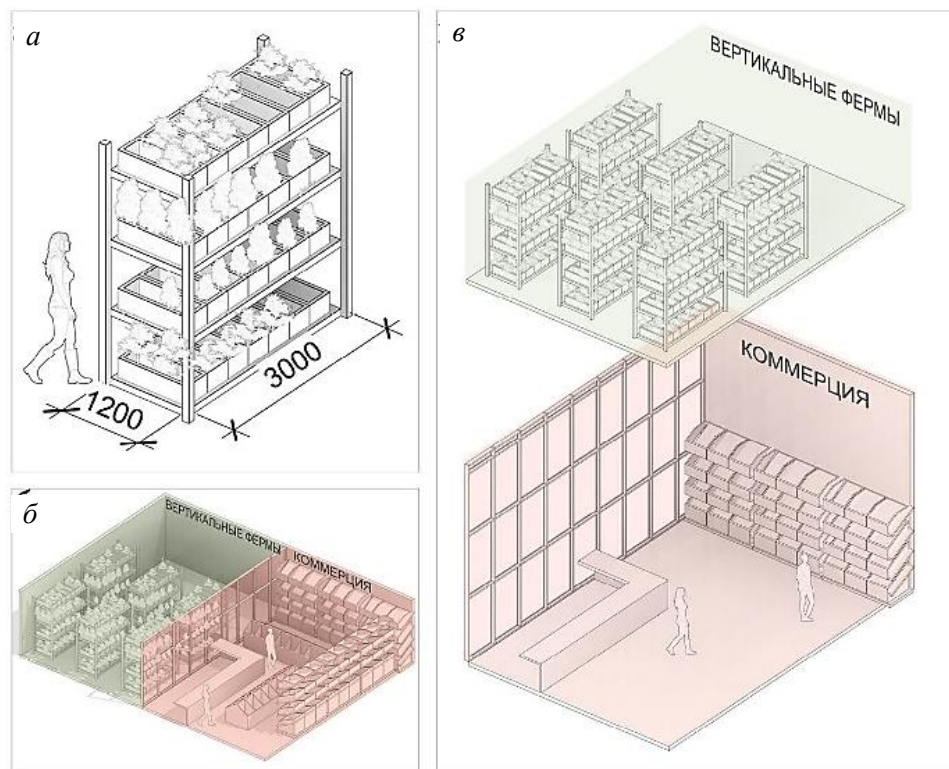


Рис. 3. Применение универсального модуля:

а – агроблок; б – горизонтальная компоновка магазин + вертикальная ферма; в – вертикальная компоновка магазин + вертикальная ферма

Fig. 3. Different combinations of the universal module:

а – agroblock; б – horizontal store + vertical farm; в – vertical store + vertical farm

Второй вариант – вертикальная компоновка: ферма размещается на втором этаже, магазин – на первом (рис. 3, в), при этом первый этаж остается открытым для посетителей. Вертикальная компоновка предпочтительна в стилобатных решениях с ограниченным пятном застройки, горизонтальная – при наличии протяженной.

### Пример внедрения в жилой дом

Примером практической реализации авторской концепции может служить модель «квартира-ферма» на примере типового этажа башенного дома (рис. 4). На плане видно, как возможно соединять жилую и агропроизводственные функции. Ферма располагается в отдельной обособленной комнате со своими инженерными сетями и техническими помещениями. При таком размещении связь жителей с производством организована непосредственно из личного

пространства. В этом решении агромодуль со своим входом, буферной зоной и панорамным остеклением становится неотъемлемой частью квартиры. Такая интеграция позволяет домохозяйству самостоятельно обеспечивать себя 30–40 % зелени, повышая комфорт, продовольственную независимость и стоимость недвижимости. При этом возможны разные форматы – от балконного огорода до отдельного специализированного помещения, что делает модель гибкой и адаптируемой под разные потребности.

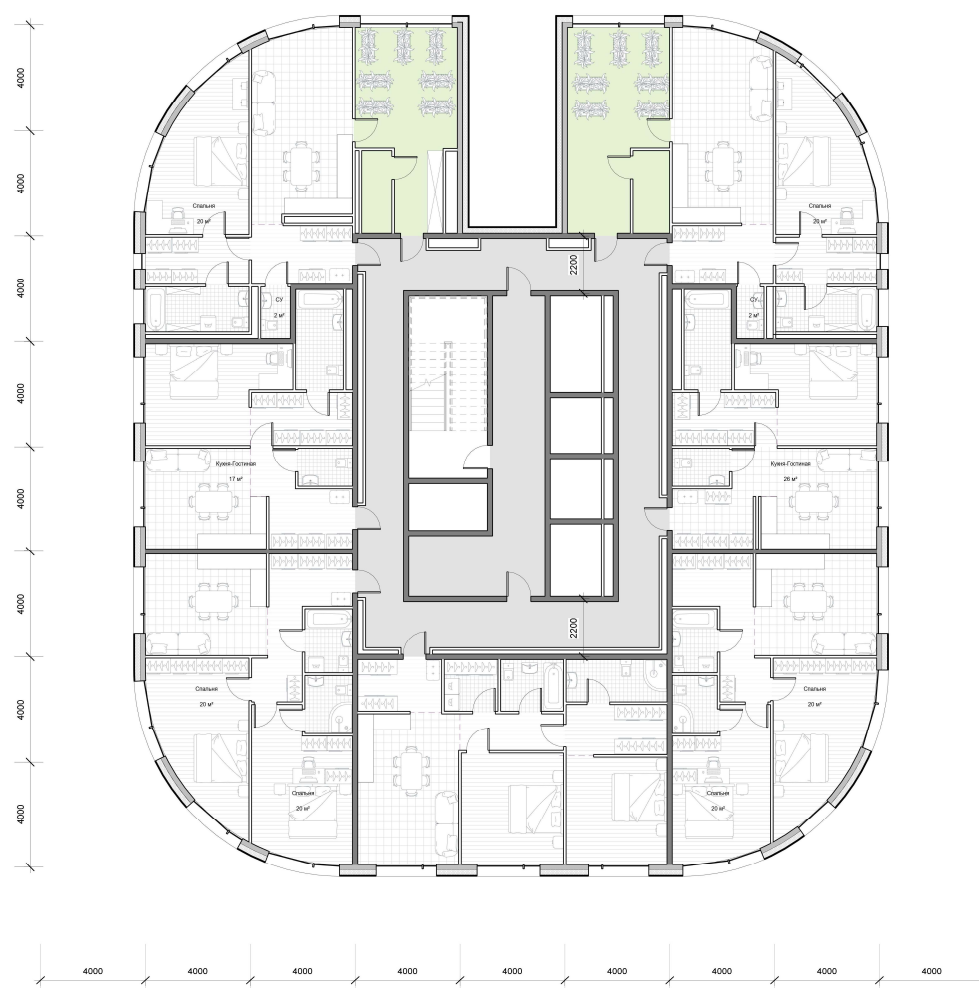


Рис. 4. Типовой этаж башенного дома с внедрением концепции «квартира-ферма»  
Fig. 4. Standard floor of a tower building based on the apartment-farm concept

С архитектурной точки зрения прямое соединение жилой ячейки с личной фермой принципиально меняет типологию жилья, превращая пассивного потребителя в активного участника агропроизводства. В отличие от общих ферм (крышных, стилобатных или подземных), где процесс выращивания остается преимущественно публичным или промышленным, модель «квартира-

ферма» создает приватную, но при этом высокоэффективную среду обитания. Минимальные логистические затраты (расстояние от грядки до стола измеряется шагами) и возможность потреблять продукцию мгновенно после сбора делают эту концепцию одной из самых перспективных для устойчивого городского развития, особенно в условиях плотной застройки и нестабильных продовольственных цепочек.

### Заключение

Разработанная архитектурно-планировочная концепция интеграции вертикальных ферм в жилые дома позволила систематизировать варианты размещения, определить нормативные ограничения и сформировать типовые модульные решения, адаптированные к российским климатическим и градостроительным условиям.

1. Установлено 6 основных типов размещения вертикальных ферм (крыша, стилобат, подземный паркинг, наземный паркинг, фасад, жилая ячейка), каждый из которых имеет специфические архитектурные и конструктивные требования.

2. Сформулирована система из количественных и качественных критериев, позволяющая проводить сопоставимую оценку различных проектов.

3. Выявлена приоритетная технология – гидропоника признана наиболее сбалансированным решением для большинства жилых комплексов, аэропоника и аквапоника – нишевыми вариантами.

4. Основными барьерами в РФ являются отсутствие специализированных видов разрешенного использования (ВРИ) и требований к нагрузкам и пожарной безопасности; пути преодоления СТУ и модульные некапитальные решения.

5. Нормативные барьеры и пути их преодоления. Основными барьерами в РФ являются отсутствие специализированных видов разрешенного использования (ВРИ) для агропроизводственных объектов в жилых зданиях; отсутствие в СП 54.13330.2022 и СП 2.13130.2020 специализированных требований к нагрузкам и пожарной безопасности интегрированных ферм. Пути преодоления: разработка специальных технических условий (СТУ) и применение модульных некапитальных решений на базе агроблоков 1,2×3,0 м.

6. Разработаны практические рекомендации, дифференцированные по климатическим зонам и типам размещения.

7. Разработаны типологические планировочные решения модульной фермы в стилобате и вариация размещения вертикальных ферм в жилом доме.

Предложенные типологические модели и модульные агроблоки создают практическую основу для проектирования агроинтегрированных жилых комплексов, обеспечивая продовольственную автономию, повышение качества городской среды и социальную активность жителей в условиях современной урбанизации.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдуллаев, А.М., Землянский, Д.Ю., Куликов, Д.А., Медведникова, Д.М., Чуженькова, В.А. Городское сельское хозяйство как новый инструмент развития городов и пригородных территорий // Оригинальные исследования. 2019. № 12. С. 63–75. EDN: CAMTCC

2. Буторина, Д.А., Ахтямов, И.И. Объект городского фермерства как новое общественное пространство в современной России // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. № 4 (62). С. 163–176. DOI: 10.52409/20731523\_2022\_4\_163. EDN: VTAGZC
3. Despommier, D.D. The New City: How to Build Our Sustainable Urban Future. New York : Columbia University Press, 2023. 216 p. ISBN 978-0-231-21909-9.
4. Бородин, К.Г., Фролова, Е.Ю., Задорожная, Е.А. Инновационные аграрные технологии в городах: зарубежные и российские сити-фермы // Никоновские чтения. 2021. № 26. С. 195–199. EDN: YNUALG
5. Быкова, Г.И., Иванова, Е.И., Косточкина, О.В., Голубева, Т.П. Сельское хозяйство в современном городе в условиях урбанизации. Приемы введения сельскохозяйственных объектов в ткань города // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2022. № 9. С. 592–596. DOI: 10.33920/sel-04-2209-04. EDN: EDFTMK
6. Бикташев, А.И., Коломина, А.И., Краснобаев, И.В. Городские агрофермы как новый тип общественного пространства: совмещение производственного и средообразующего аспектов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 1 (47). С. 46–54. EDN: WHHGRH
7. Журавлёва, Л.А. Сити-фермерство как перспективное направление развития агропроизводства. Москва, 2021. 159 с. ISBN 978-5-4365-5971-1.
8. Сапрыкина, Н.А. Формирование экоустойчивого пространства обитания будущего: теория, практика, перспективы. Москва : КУРС, 2021. 288 с. ISBN 978-5-907228-56-6.
9. Осипова, Е.В., Айдарова, Г.Н., Куприянов, В.Н., Мирсаянов, И.Т. Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях постпандемийных изменений // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. № 1 (63). С. 61–73. DOI: 10.52409/20731523\_2023\_1\_61
10. Аширова, М.В., Айдарова, Г.Н. Архитектура быстрого реагирования: концепция временного мобильного жилья в условиях чрезвычайных ситуаций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 2 (36). С. 17–22.
11. Хафизов, Р.Р., Шигабутдинова, Э.Р. Применение принципов адаптивной архитектуры в различных контекстах: обзор литературных источников // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2023. Вып. 1. С. 45–53.
12. Хафизов, Р.Р., Фадеева, А.Д. Эссе на тему: «Многотиповая жилая среда» // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2023. № 1 (1). С. 42–47. EDN: LPXBYE
13. Бушнец, Д.В., Забрускова, М.Ю. Система общественных пространств на бывших промышленных территориях в срединной зоне города Казани // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 1 (47). С. 55–61. EDN: ZCTFDN
14. Орлова, Н.Г. Идентичность индустриальных городов России и СНГ в эпоху глобализации: анализ и методы сохранения // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. № 4 (69). С. 214–225. DOI: 10.48612.69.19
15. Надьрова, Х.Г., Сайфуллина, Л.Ш., Куприянов, В.Н., Мирсаянов, И.Т., Будкевич, Н.М., Юсупова, К.Р. Актуализация эффективных стратегий по преобразованию индустриального наследия // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. № 1 (63). С. 114–127. DOI: 10.52409/20731523\_2023\_1\_114
16. Хафизов, Р.Р., Бажитов, О.В. Подходы к формообразованию жилой застройки приречных территорий // Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика. 2024. Вып. 3. С. 32–40.

## REFERENCES

1. Abdullaev, A.M., Zemlyansky, D.Yu., Kulikov, D.A., Medvednikova, D.M., Chuzhenkova, V.A. Urban Agriculture as a New Development Tool for Cities and Suburban. *Original'nye issledovaniya*, 2019; (12): 63–75. EDN: CAMTCC (In Russian)
2. Butorina, D.A., Akhtyamov, I.I. Urban Farming as a New Public Space in Modern Russia. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2022; 4(62): 163–176. DOI: 10.52409/20731523\_2022\_4\_163. EDN: VTAGZC (In Russian)
3. Despommier, D.D. The New City: How to Build Our Sustainable Urban Future. New York: Columbia University Press, 2023. 216 p. ISBN 978-0-231-21909-9.

4. Borodin, K.G., Frolova, E.Yu., Zadorozhnaya, E.A. Innovative Agricultural Technologies in Cities: Foreign and Russian City Farms. *Nikonovskie chteniya*. 2021; (26): 195–199. EDN: YNUALG (In Russian)
5. Bykova, G.I., Ivanova, E.I., Kostochkina, O.V., Golubeva, T.P. Agriculture in Modern Urbanized City: Integration of Agricultural Objects. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'*, 2022; (9): 592–596. DOI: 10.33920/sel-04-2209-04. EDN: EDFTMK (In Russian)
6. Biktashev, A.I., Kolomina, A.I., Krasnobaev, I.V. Urban Agrofarms as a New Type of Public Space: Combining Productive and Environmental Aspects. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2019; 1(47): 46–54. EDN: WHHGRH (In Russian)
7. Zhuravleva, L.A. City Farming as a Promising Direction for Agricultural Development. Moscow, 2021. 159 p. ISBN 978-5-4365-5971-1. (In Russian)
8. Saprykina, N.A. Formation of Eco-Sustainable Living Environment of the Future: Theory, Practice, Prospects. Moscow: "KURS", 2021. 288 p. ISBN 978-5-907228-56-6. (In Russian)
9. Osipova, E.V., Aidarova, G.N., Kupriyanov, V.N., Mirsayapov, I.T. Principles for Organizing the Residential Architectural Environment in the Context of Post-pandemic Changes. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2023; 1(63): 61–73. DOI: 10.52409/20731523\_2023\_1\_61
10. Ashirova, M.V., Aidarova, G.N. Rapid-response Architecture: A Concept for Temporary Mobile Housing in Emergency Situations. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2016; 2(36): 17–22. (In Russian)
11. Khafizov, R.R., Shigabutdinova, E.R. Application of Adaptive Architecture Principles in Various Contexts: A Review of the Literature. *Arkitektura. Restavratsiya. Dizain. Urbanistika*. 2023; (1): 45–53. (In Russian)
12. Khafizov, R.R., Fadeeva, A.D. A Diverse Residential Environment. *Essay Arkitektura. Restavratsiya. Dizain. Urbanistika*. 2023; 1(1): 42–47. EDN: LPXBYE (In Russian)
13. Bushtets, D.V., Zabruskova, M.Yu. Public Space System on Former Industrial Sites of Kazan. *Izvestiya of Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2019; 1(47): 55–61. EDN: ZCTFDN (In Russian)
14. Orlova, N.G. Identity of Industrial Cities in Russia and CIS Countires in the Era of Globalization: Analysis and Methods of Preservation. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2023; 4(69): 214–225. DOI: 10.48612.69.19 (In Russian)
15. Nadyrova, Kh.G., Saifullina, L.Sh., Kupriyanov, V.N., Mirsayapov, I.T., Budkevich, N.M., Yusupova, K.R. Updating Effective Strategies for the Transformation of Industrial Heritage. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2023; 1(63): 114–127. DOI: 10.52409/20731523\_2023\_1\_114 (In Russian)
16. Khafizov, R.R., Bazhitov, O.V. Approaches to Residential Development on Riverside Territories. *ARDU*, 2024; (3): 32–40. (In Russian)

#### Сведения об авторах

Фигура Анатолий Кириллович, бакалавр, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, figura.anatoly@mail.ru

Ахтямова Резеда Хакимовна, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, rezeda.akhtiamova@gmail.com

#### Authors Details

Anatoly K. Figura, Student, Kazan State University of Architecture and Engineering, 1, Zelenaya Str., 420043, Kazan, Tatarstan, Russia, figura.anatoly@mail.ru

Rezeda Kh. Akhtyamova, A/Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, 1, Zelenaya Str., 420043, Kazan, Tatarstan, Russia, rezeda.akhtiamova@gmail.com

#### Вклад авторов

Фигура А.К. – концепция исследования, сбор и систематизация материалов, проектное предложение, написание исходного текста.

*Ахтямова Р.Х.* – научное консультирование, верификация выводов, редакционная доработка текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Authors contributions**

*Figura A. K.*: conceptualization, writing–original draft preparation, project proposal.

*Akhtyamova R.Kh.*: supervision, writing–review and editing.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.04.2026  
Одобрена после рецензирования 12.05.2026  
Принята к публикации 15.05.2026

Submitted for publication 24.04.2026  
Approved after review 12.05.2026  
Accepted for publication 15.05.2026