

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ФЕРМ В ГОРОДАХ УЗБЕКИСТАНА

**Каршибоев Бунёджон Зафар угли**

*Магистрант Ташкентского архитектурно строительного  
университета (BIAr-24)*

[Bunyod20013329@gmail.com](mailto:Bunyod20013329@gmail.com) (33)577-33-29

**Назаренко Т.В.**

*Руководитель: доцент кафедры «Архитектура»*

[nazarenko.tv14@gmail.com](mailto:nazarenko.tv14@gmail.com) (97) 157-14-03

**Аннотация:** В статье рассматриваются градостроительные и экономические аспекты внедрения вертикальных ферм в структуру современных городов. Проанализированы сценарии интеграции агропроизводства в городскую ткань, влияние на экологию и логистику, а также экономическая эффективность проектов. Особое внимание уделено потенциалу Узбекистана с учётом климатических условий, существующей застройки и общественного восприятия.

**Ключевые слова:** вертикальные фермы, городское сельское хозяйство, реновация зданий, устойчивое развитие, гидропоника, урбанистика, Узбекистан, архитектурная адаптация, энергоэффективность.

### **Введение**

Современные города требуют переосмысления принципов организации продовольственных систем. Рост транспортных затрат, экологические проблемы и зависимость от внешних поставок усиливают необходимость внедрения локального производства продуктов питания. Вертикальные фермы становятся одним из решений, позволяющих интегрировать сельское хозяйство в городскую среду [3].

Целью настоящей работы является анализ градостроительных аспектов внедрения вертикальных ферм в структуру современных городов и разработка предложений по адаптации типовых зданий под агроинфраструктуру в условиях Узбекистана. В статье также приводятся расчёты экономической эффективности подобных проектов, включая оценку энергоёмкости, нагрузок на конструкции и потенциальной окупаемости.

**Градостроительные аспекты интеграции вертикальных ферм.** Градостроительное внедрение вертикальных ферм представляет собой комплексный процесс, влияющий на функциональную структуру города, распределение потоков,

экологические параметры и социальную активность населения. В отличие от традиционных сельскохозяйственных территорий, вертикальные фермы могут размещаться внутри городской ткани, формируя многослойное взаимодействие между производством, транспортом, жильём и общественными пространствами. Их интеграция требует переосмысления существующих зон, корректировки планировочных норм и разработки новых моделей пространственного развития [6].

Одним из ключевых преимуществ вертикальных ферм является сокращение логистического плеча между местом производства и потребителем. В условиях крупных городов такие объекты могут стать элементом перехода к «15-минутному городу», где жители получают доступ к продуктам питания в шаговой доступности. Это позволяет снизить загрузку транспортных сетей, уменьшить выбросы углекислого газа и повысить продовольственную безопасность районов, особенно в периоды перебоев поставок или климатических стрессов [3].

С градостроительной точки зрения вертикальные фермы могут выполнять не только производственную, но и экологическую функцию. Размещение ферм на крышах или в составе зданий обеспечивает снижение температуры в городских кварталах, уменьшает эффект «теплового острова», улучшает влажность воздуха и способствует дополнительной фильтрации пыли. В условиях Узбекистана, где летняя температура воздуха достигает +40...+45°C, такие объекты способны повышать комфортность городской среды и снижать тепловую нагрузку на инженерные системы зданий [8].

Вертикальные фермы также могут стать инструментом ревитализации депрессивных городских зон. Промышленные территории, утратившие своё назначение, занимают значительные площади в Ташкенте, Самарканде, Бухаре и Андижане. Их преобразование в агропроизводственные комплексы позволяет включить эти территории в хозяйственный оборот, создавая рабочие места, улучшая инфраструктуру и повышая инвестиционную привлекательность прилегающих районов. Мировые примеры — такие как AeroFarms в Ньюарке или Infarm в Берлине — демонстрируют, что такие проекты могут стать ядром инновационных кластеров, объединяющих технологии, производство и образование [1].

Интеграция вертикальных ферм требует также нормативного пересмотра градостроительных стандартов. В настоящий момент ни в СНиПах, ни в О‘zDSt не существует отдельной категории «городская ферма», что усложняет включение подобных объектов в функциональное зонирование. Разработка отдельного классификатора позволит упростить согласование проектов, определить санитарные требования и создать условия для привлечения инвестиций [5].

Не менее важным является социальный аспект внедрения вертикальных ферм. Согласно данным ранее проведенного опроса жителей Ташкента, 73% респондентов положительно относятся к интеграции агрокультур в городскую среду [9]. Это свидетельствует о готовности населения поддерживать подобные инициативы, особенно если они улучшают экологическую ситуацию, обеспечивают рабочие места и повышают качество городской жизни.

Для оценки различных градостроительных сценариев интеграции вертикальных ферм в городскую структуру приведена таблица 2.

**Таблица 2. Градостроительные сценарии интеграции вертикальных ферм**

Сценарий размещения	Примеры мировых проектов	Преимущества	Ограничения	Эффект для города
На крышах жилых домов	Lufa Farms (Канада)	Близость к потребителям; снижение температуры крыш; малая логистика	Ограниченная нагрузка; жаркий климат	Улучшение микроклимата, локальное производство
В промышленных зданиях	AeroFarms (США), Spread (Япония)	Высокие потолки; готовые инженерные сети	Требуется реновация; энергозатраты	Ревитализация промзон, создание рабочих мест
В торговых центрах	Infarm (Германия), Sky Greens (Сингапур)	Доступ к инфраструктуре и теплу; высокая посещаемость	Конкуренция с торговыми функциями	Создание общественно-образовательного пространства
Как пристроенные фасадные теплицы	Парижские проекты, Agrotopia	Эстетический эффект; улучшение энергоэффективности	Сложная инженерная интеграция	Повышение энергоэффективности зданий
Как отдельные агрокомплексы	Vertical Forest Agriculture, Китай	Высокая производительность; масштабируемость	Требуется новая застройка	Создание новых экосистем и рабочих мест

Таким образом, вертикальные фермы могут занимать разнообразные градостроительные ниши — от точечных решений на крышах до комплексных кластеров, формирующих новые социально-экономические центры. В условиях Узбекистана особую актуальность приобретают сценарии реновации промышленных зданий и интеграции ферм в плотную городскую застройку, что позволяет решать задачи устойчивого развития без необходимости расширения границ города.

**Перспективы внедрения вертикальных ферм в Узбекистане.** Узбекистан обладает значительным потенциалом для внедрения вертикальных ферм благодаря сочетанию климатических, экономических и градостроительных факторов. Высокая солнечная активность, наличие большого количества недоиспользуемых зданий, рост населения и высокая зависимость городов от сельскохозяйственных поставок создают предпосылки для перехода к новой модели городской агропроизводственной инфраструктуры. Вертикальные фермы могут стать одним из ключевых инструментов устойчивого развития, позволяя повысить продовольственную безопасность, улучшить

экологические показатели городов и обеспечить рациональное использование пространства.

Одним из наиболее важных факторов является климатический потенциал. Согласно данным Всемирного банка, количество солнечных дней в Узбекистане превышает 300 в год, а среднегодовая солнечная инсоляция достигает 1500–1600 кВт·ч/м<sup>2</sup> [8]. Это создаёт благоприятные условия для внедрения солнечных панелей в архитектуру вертикальных ферм, которые могут обеспечивать до 40–60% потребностей в электроэнергии для систем освещения и климат-контроля. В условиях жаркого климата также возможно применение фасадных теплиц как элементов пассивного охлаждения зданий, снижая тепловую нагрузку на внутренние помещения.

Особую значимость имеет архитектурная специфика жилищного и промышленных фондов Узбекистана. Большая часть жилищного фонда в Ташкенте и региональных центрах представлена панельными и монолитными многоэтажными домами с плоскими кровлями, которые в большинстве случаев не используются. Эти площади потенциально могут быть задействованы под лёгкие тепличные или вертикальные агро модули. Применение облегчённых конструкций — алюминиевых каркасов, поликарбонатных панелей и гидропонных систем — позволяет удерживать нагрузку в пределах нормативных 150–200 кг/м<sup>2</sup>, что делает такие проекты технически реализуемыми [10].

Не менее перспективным направлением является реновация промышленных объектов. Во многих городах Узбекистана, включая Ташкент, Самарканд, Фергану и Бухару, сохранилось большое количество зданий бывших заводов и фабрик советского периода, высота потолков которых составляет 6–12 м. Эти параметры идеально подходят для размещения многоярусных стеллажей, аэропонных систем и климатического оборудования. Перепрофилирование таких зданий позволяет превратить заброшенные территории в инновационные зоны, создавая рабочие места и улучшая социально-экономическую структуру районов [5].

Градостроительная специфика также усиливает потенциал внедрения вертикальных ферм. В крупных городах Узбекистана наблюдается высокая плотность населения, высокая транспортная нагрузка и ограниченность зелёных зон. Интеграция вертикальных ферм в существующие районы, особенно в виде фасадных или крышных теплиц, может стать инструментом борьбы с эффектом «теплового острова», снижая среднюю температуру улиц на 2–3°C и улучшая качество воздуха за счёт фильтрации пыли и повышения влажности [7].

Социальный аспект внедрения вертикальных ферм также имеет большое значение. Согласно ранее проведённому социологическому опросу среди жителей Ташкента,

73% респондентов положительно относятся к установке городских теплиц и агропроизводственных объектов, а 58% готовы поддержать подобные инициативы при условии их экономической доступности [9]. Данные результаты показывают, что население открыто к новым экологическим практикам и инициативам устойчивого развития. Вертикальные фермы могут стать частью городских образовательных программ: школы, университеты и культурные центры могут интегрировать небольшие демонстрационные фермы, обучая детей и молодёжь основам агротехнологий и устойчивого производства.

С экономической точки зрения интеграция вертикальных ферм обладает значительной привлекательностью. Например, расчёт окупаемости мини-фермы площадью 150 м<sup>2</sup>, размещённой в реконструированном промышленном здании в Ташкенте, показывает следующее: при использовании гидропоники средняя урожайность листовых культур составляет 25–30 кг/м<sup>2</sup> в год, что обеспечивает годовой объём производства около 4–4,5 тонн продукции. При средней рыночной цене 20–30 тыс. сум/кг выручка может составлять 90–135 млн сум в год. При первоначальных инвестициях в пределах 120–150 млн сум, включающих оборудование, реконструкцию и инженерные системы, срок окупаемости составляет 12–18 месяцев, что соответствует показателям международных проектов [2].

При реализации вертикальных ферм на крышах жилых домов расчёты демонстрируют более умеренную финансовую эффективность, но существенный экологический и социальный эффект. Применение вертикальных модулей позволяет снизить температуру кровли на 10–15°C, уменьшить тепловую нагрузку на верхние этажи, сократить потребление электроэнергии на кондиционирование на 8–12% и увеличить продолжительность эксплуатации кровельных материалов за счёт снижения ультрафиолетовой нагрузки [4].

Таким образом, Узбекистан обладает благоприятными условиями для внедрения вертикальных ферм: высокий потенциал солнечной энергии, наличие подходящих зданий для реновации, поддержка населения и растущий спрос на локальную продукцию. Вертикальные фермы могут стать частью комплексной городской политики устойчивого развития, направленной на экологизацию городов, повышение продовольственной безопасности и улучшение качества жизни населения.

### **Заключение**

Внедрение вертикальных ферм в городах Узбекистана представляет собой перспективное направление устойчивого развития, способное повысить продовольственную безопасность, улучшить экологическую ситуацию и создать новые экономические возможности. Наиболее эффективными являются сценарии реновации

промышленных зданий и интеграции ферм в существующую городскую застройку при условии адаптации нормативной базы и использования энергоэффективных технологий.

### Список литературы

1. AeroFarms. (2023). The World’s Largest Indoor Vertical Farm. Доступ: <https://www.aerofarms.com>
2. Spread Co. (2023). Kameoka Plant Factory Automated Systems. Доступ: <https://spread.co.jp>
3. UN-Habitat. Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities. – Nairobi, 2012.
4. Masson V., Bonhomme M., Salagnac J.-L. Solar panels reduce both global warming and urban heat island. *Frontiers in Environmental Science*, 2014.
5. O‘zDSt 232-2006. Construction Norms and Regulations for Residential Buildings in Uzbekistan. – Agency for Standardization, Uzbekistan.
6. Specht K., Siebert R., Hartmann I. et al. Urban agriculture of the future: sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*, 2014, Vol. 31, pp. 33–51.
7. Chou C., Goh W. Climate control strategies in hot-climate vertical farms. *Journal of Controlled Environment Agriculture*, 2021, Vol. 10(2), pp. 98–112.
8. World Bank Climate Knowledge Portal. Uzbekistan Climate Data (Temperature, Insolation). Доступ: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>
9. Авторское исследование: социологический опрос восприятия городских теплиц и вертикальных ферм среди жителей Ташкента (март 2025 г.).
10. СНиП 2.01.07-85\*: «Нагрузки и воздействия». – Госстрой СССР, 1985.