

УДК725.42; 631.2

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ФЕРМ В УРБАНИСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Н. В. Коваль, Д. А. Протопопова

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Проанализированы современные тенденции развития вертикального сельского хозяйства. Приведена классификация вертикальных ферм по специфике эксплуатации и условий их работы с учетом выбранной технологии выращивания экопродукции. Проанализирована мировая практика строительства и эксплуатации вертикальных ферм в городских условиях, сделан вывод о гармоничном симбиозе архитектуры и инновационных технологий в контексте экологического благосостояния окружающей среды.

Ключевые слова: климат, население, продукты питания, вертикальные фермы, агропромышленные комплексы, инновационные технологии, эффективное производство продуктов питания, футуристические формы, экоархитектура.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION OF VERTICAL FARMS IN URBAN CONDITIONS

N. V. Koval, D. A. Protopopova

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article analyzes modern trends in the development of vertical agriculture. The paper provides the classification of vertical farms according to the specifics of their operation and working conditions, taking into account the selected technology for growing eco-products. The article analyzes the world practice of construction and operation of vertical farms in urban conditions, and concludes about the harmonious symbiosis of architecture and innovative technologies in the context of ecological well-being of the environment.

Keywords: climate, population, food products, vertical farms, agro-industrial complexes, innovative technologies, efficient food production, futuristic forms, eco-architecture.

Введение. Научно-технический прогресс двигает производство, улучшает бытовые условия людей, повышает их благосостояние. Вместе с тем, активное вмешательство человека в природу приводит к экологическим и биологическим нарушениям в окружающей среде. Ее загрязнение и истощение ресурсов порождают климатические изменения. Меняется ритм жизни и сейчас крайне важно искать пути решения проблемы продовольственной безопасности, а также оценить воздействие изменений климата на сельское хозяйство.

Основная часть. В настоящее время вертикальные сельскохозяйственные фермы представляют особый интерес. Их постепенное внедрение в жизнь городов и пригородов и распространение призваны обеспечить продовольственную безопасность и благоприятно воздействовать на экологию и климатические изменения окружающей среды в целом. Мнение всех зарубежных и отечественных ученых в свете продовольственной безопасности сходится в одном — необходимо, прежде всего, обратить внимание на экологическую безопасность, а потом уже на повышение объема выращиваемой продукции [1]. Забота об экологии и выращивании экологически чистых продуктов мотивирует использовать инновационные технологии, которые направлены на повышение объема выращиваемой продукции. Постепенное внедрение вертикальных ферм на территориях городов и пригородов поможет в дальнейшем предприятиям решать многие проблемы. Экономия пространства там, где земля имеет высокую стоимость, сама

идея «выращивать» здания ввысь вместе с эко-продукцией с использованием ультрасовременных технологий — это и есть доктрина городского вертикального земледелия. Благодаря своему потенциалу в обеспечении местной продукцией большого количества городского населения, вертикальное земледелие является экономически выгодным предприятием, которое позволит уменьшать затраты и время на доставку свежих продуктов покупателям.

Вертикальная ферма — это относительно новое понятие, охватывающее достаточно широкий комплекс сельскохозяйственных технологий и архитектурно-строительных конструкций. В результате проведенного авторами статьи анализа можно сказать, что вертикальные фермы классифицируются по специфике эксплуатации на четыре типа.

Первый тип вертикальных ферм представляет собой обычную теплицу, где растения располагаются в несколько ярусов. Таким образом, эти вертикальные площадки с помощью технологий эко-контроля прекрасно приспособляются практически к любым климатическим условиям и занимают малую территорию.

Второй тип вертикальных ферм — это специально переоборудованное или построенное многоэтажное сооружение высотой 100–120 м в высоту, где выращивание продукции может совмещаться с функцией жилья. Этот вариант пока достаточно концептуален, однако предпосылки к его реализации в самом ближайшем будущем уже имеются. Можно предположить, что этот тип вертикальных ферм с функцией жилья мог бы заинтересовать жителей городов с холодным климатом. Это могли бы быть здания государственной или общественной формы собственности эксклюзивно спроектированные по заказу производителей с учётом сочетания производства продуктов растениеводства, жилья и отдыха в условиях города или пригорода. Такая концепция позволит максимально прибыльно использовать земельные территории.

Таким образом, логика вертикального земледелия достаточно проста — производить больше еды на меньших площадях [3].

По аналитическим прогнозам, к 2025 году мировой рынок вертикальных ферм достигнет 8 млрд \$.

Безусловно, огромный интерес к теме развития вертикальных ферм имеют урбанизированные страны: Китай, Южная Корея, Япония, Сингапур, ОАЭ, Голландия, Россия, Италия, Франция, Великобритания, США, Канада. Несмотря на сложные технические и практические проблемы, вертикальные фермы сегодня производят не только различные виды растений, но и животноводческую продукцию.

В Китае работает компания «Guangxi Yangxiang Co Ltd», которая закончила строительство четырёх действующих зданий вертикальной фермы «Hog Hotel». Находится она недалеко от города. Для перемещения животных между различными этапами продукции используются лифты (рис. 1).



Рис. 1. Использование лифтов для перевозки поросят на свиной ферме компании «Guangxi Yangxiang Co Ltd» «Hog Hotel» в Китае

Эта свиная ферма составлена из нескольких 13 и 7-этажных зданий и называется «Hog Hotel» («Отель для свиней»). 13-этажное здание способно содержать 30 000 поросят [4]. В общей сложности ферма способна вырастить 840 000 свиней в год на 11 гектарах площади. Вероятно, это одна из самых крупных свиных ферм (рис. 2).



Рис. 2. Свиная ферма «Hog Hotel» компании «Guangxi Yangxiang Co Ltd» в Китае

Третий тип вертикальных ферм — это специально спроектированное здание по индивидуальному заказу производителя. Занимаемая площадь может быть от 10 до 2 000 м².

Закрытые вертикальные растениеводческие фермы являются новейшим направлением агробизнеса. Компания «Агрорус» в России предлагает высококачественные автоматизированные вертикальные фермы под брендом «Илиотек». «Агрорус» занимается строительством таких вертикальных ферм «под ключ».

Кроме того, на рынке в настоящее время работают строительные компании Fibonacci и iFarm. Компания iFarm занимается не только строительством вертикальных ферм, но и сама является производителем экологически чистой продукции. В ассортименте компании-производителя присутствуют различные виды салатов, пряных трав, овощей, а также уникальный вид съедобных цветов, которые выращиваются по заказам элитных ресторанов. Головное предприятие iFarm находится в Новосибирске. По словам генерального директора Александра Лысковского, салатная ферма площадью 980 м² производит 2,2 т. зелени в месяц [5]. Лаборатории компании iFarm в настоящее время продолжают заниматься разработкой инновационных технологий выращивания пищевых культур и повышения урожайности в условиях полностью закрытых помещений без доступа света и земли. Достижением этой компании было открытие вертикальной земляничной фермы в городе Томске. На базе этой фермы были созданы питательные фиторастворы, применен способ опыления цветов с помощью живых насекомых, подобраны методы биозащиты салатов и овощей от болезней, проводится работа по настройке полива и использованию фитосвета. В начале 2020 года компания iFarm стала ближе к потребителю и стала выращивать продукцию для крупных супермаркетов, ресторанов, школ, университетов в модулях iFarm Stripper. Первые два модуля установлены в Москве на территории супермаркетов известной торговой сети «Азбука Вкуса». Каждый покупатель из шкафа-витрины может приобрести упакованную продукцию и узнать, как работает модуль по выращиванию зелени. Исследования по выращиванию продукции в модулях iFarm Stripper продолжают и в дальнейшем будет возможность управлять модулем дистанционно [5].

Вертикальное сельское хозяйство со временем будет развиваться только при условии инвестиционных вложений. Компании iFarm получила поддержку от компаний Azoft, Poteha Labs, EORA. Благодаря воспроизводимости и масштабируемости бизнес-проектов вертикального

хозяйства компания iFarm пользуется поддержкой Amazon, Google и NVIDIA [7]. Потенциал Российского рынка в данной области значителен.

Четвёртый тип вертикальных ферм складывается из многолетних наработок архитектурных практик, которые призваны соединить архитектуру и природу. Это футуристические здания, проекты которых будут напоминать декорации фильма фэнтези. Данный тип ферм реализован лишь в цифровой графике, но в условиях технического прогресса реализация таких проектов не заставит себя долго ждать. Диксоном Деспомьером и Эриком Эллингсеном разработан проект пирамидальной вертикальной фермы «Pyramid Farm». Здание этой вертикальной фермы-пирамиды гигантское (рис. 4). Главные создатели проекта планируют использовать классические фотоэлектрические панели ветрогенераторов, которые будут внутри этой пирамидальной фермы создавать микроклимат и обогащать теплом грунт, а сточные воды — обеспечивать естественное увлажнение. Таким образом, в перспективе — полное воссоединения урбанистических пространств с природой.



Рис. 4. Проект пирамидальной вертикальной фермы

Для выращивания растений, кроме традиционных методов, могут использоваться вертикальные гидропонные, аэропонные, аквапонные фермы.

Основатель концепции вертикального фермерства Диксон Деспомьер пришёл к выводу, что землю в вертикальных фермах использовать неудобно, поэтому получила распространение гидропоника. Это наиболее известная на сегодняшний день технология беспочвенного выращивания. Благодаря гидропонике растения можно выращивать в любой точке земного шара, как в тоннели под землёй, так и в пустыне.

В настоящее время для работы вертикальных ферм используют три основные технологии для выращивания экопродукции:

- гидропоника — выращивание в искусственно созданном грунте;
- аэропоника — почва не используется, а корни растений находятся в воздухе и орошаются путём пульверизации;
- аквапоника — растения выращивают с использованием водной среды.

В последнем случае возможно использовать под вертикальные фермы для выращивания полезной, насыщенной натуральными микроэлементами продукции подводные пространства в море или океане. Это удобно при одновременном использовании подводного пространства, например, с вертикальными рыбными фермами.

Параллельно с развитием технологий вертикального выращивания растений продолжают строиться и развиваться вертикальные теплицы. Они становятся более энергоэффективными и частично независимыми от внешних энергоресурсов. Максимально используются энергосберегающие строительные конструкции, в первую очередь, технологии остекления (многослойные стеклопакеты, специальные теплосберегающие пленки, эффективная теплоизоляция и т. д.); альтернативные источники электроэнергии, например, солнечные панели. Внедряются установки для получения биогаза. Разрабатываются технологии сбора и использования дождевых вод. Для понижения потребностей растений в воде применяется технология гидропоники [11, 12].

Компактность и эстетичный внешний вид позволяют размещать вертикальные фермы в границах города, в жилых районах, рядом с крупными предприятиями питания и т.п. Современные концептуальные разработки, которые в самое ближайшее время будут реализованы, могут служить для повышения архитектурной выразительности существующей городской застройки. Таким примером является ферма во Франции в г. Роменвиль (рис. 3).



Рис. 3. Проект вертикальной фермы в Роменвиле

Государственный жилищный фонд французского города Роменвиль в 2016 году провел конкурс проектов многоярусных теплиц, которые, кроме своего прямого функционального назначения, хорошо бы вписывались в сложившуюся архитектуру городских районов. По результатам конкурса победил проект вертикальной фермы парижского архитектурного бюро Pimelgo. В отличие от футуристических концепций вертикальных ферм, проект Pimelgo абсолютно реален, прост в реализации и имеет относительно небольшой бюджет. Архитекторы предложили здания простой прямоугольной формы со скатной кровлей. Сооружения решены в монолитном железобетонном каркасе, в качестве ограждающих конструкций предусматривается энергоэффективное остекление из многослойного поликарбоната. Наружная часть железобетонных конструкций утеплена. Центральный пролет сооружения перекрытий не имеет и обеспечивает естественное освещение через прозрачную кровлю. Ограждающие конструкции оборудованы устройствами, улавливающими дождевую воду и отводящими ее в подземный резервуар для последующего использования. В остеклении предусмотрены открывающиеся проемы для естественной вентиляции пространства, а также мобильные затеняющие сетки. Здания имеют по три пролета. Крайние пролеты имеют перекрытия, на которых располагаются растения в стандартных контейнерах с грунтом. Центральный пролет перекрытий не имеет и обеспечивает естественное освещение через прозрачную кровлю [13].

Заключение. Вертикальные технологии ведения сельского хозяйства по-прежнему относительно новы. Предприятиям еще предстоит научиться успешно производить урожай в масштабе и сделать его экономически целесообразным для удовлетворения растущего спроса на продовольствие. Производительность ферм определит, какую роль сыграет вертикальное сельское хозяйство в обеспечении в будущем человечества продуктами питания. В условиях урбанизации развитие вертикального сельского хозяйства может координально решить проблему воссоединения природы и человека, помочь восстановить экологию, пострадавшую от технического прогресса и стать надёжным источником поставки разнообразных экологически чистых продуктов питания. Вертикальные фермы могут располагаться в центре многих городов, способствуя их архитектурному обновлению.

Библиографический список

1. Питание / Организация Объединенных Наций : [сайт]. — URL : <https://www.un.org/ru/sections/issues-depth/food/> (дата обращения : 13.03.2020).
2. Kheir Al-Kodmany The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City / ResearchGate : [сайт] — Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/322938761_The_Vertical_Farm_A_Review_of_Developments_and_Implications_for_the_Vertical_City (дата обращения : 14 марта 2020).
3. Des immeubles pour les cochons en Chine / VegaNews.Eu : [сайт]. — URL : <https://veganews.eu/les-nouvelles-fermes-porcines-en-chine-comptent-sept-etages/> (дата обращения : 20 марта 2020).
4. Технология для выращивания натуральных овощей, ягод и зелени / iFarm : [сайт]. — URL : <https://ifarmproject.ru/> (дата обращения : 15 марта 2020).
5. Грядки вверх. Кто и зачем строит вертикальные фермы в российских городах / Inc : [сайт]. — URL : <https://incrussia.ru/understand/vertical-farming/> (дата обращения : 10.03.2020).
6. Despommier, D. Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics (Vertical Farms in Horticulture) / D. Despommier. — The Netherlands, Dordrecht: Springer, 2014. — С.1791–1799.
7. Вертикальная ферма в Роменвилле (Франция) / DWGFORMAT / Проектирование : [сайт]. — URL : <http://www.dwgformat.ru/2018/01/15/вертикальная-ферма-в-роменвилле-фран/> (дата обращения : 14.03.2020).

Об авторах:

Протопопова Дарья Александровна, доцент кафедры «Градостроительство и Проектирование зданий» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая,162) кандидат технических наук, darya.a@inbox.ru

Коваль Наталья Вячеславовна, магистрант кафедры «Градостроительство и Проектирование зданий» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая,162), natasha.koval2015@yandex.ru

Authors:

Protopopova, Darya A., Associate professor, Department of Urban Planning and Building Design, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, RF, 344000), Cand. Sci., darya.a@inbox.ru

Koval, Natalya V., Master's degree student, Department of Urban Planning and Building Design, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, RF, 344000), natasha.koval2015@yandex.ru