

УДК 72.01:[502.22+712] (Теория, философия, эстетика архитектуры. Техносфера. Культуросфера. Искусственно созданная среда. Ландшафтная и садово-парковая архитектура)

ЭКОАРХИТЕКТУРА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ФЕРМ КАК НОВАЯ ТИПОЛОГИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА БУДУЩЕГО

© 2018 О.Г. Иконописцева

*Иконописцева Ольга Георгиевна, кандидат архитектуры, старший преподаватель кафедры архитектуры
E-mail: olga.iconopisceva26@yandex.ru*

Оренбургский государственный университет. Оренбург, Россия

Статья поступила в редакцию 14.05.2018

По прогнозам ООН к 2050 году 80% населения будет жить в городских районах, что вызовет существенный рост спроса на продовольствие. Поэтому тема обеспечения эко-устойчивого питания в городах будет актуализироваться. Новый метод, который был предложен для решения проблемы удовлетворения растущего спроса на продовольствие в городах, заключается в разработке и внедрении вертикальных агропромышленных зданий – вертикальных ферм. Вертикальное земледелие – это концепция, городского хозяйства в высотных зданиях призванного обеспечить население продовольствием в городских районах, где существуют проблемы с земельными ресурсами, пространством и сложные климатические условия земледелия. В настоящее время мы становимся свидетелями внедрения подобных комплексов в городах по всему миру где они являются неотъемлемой частью современного городского хозяйства XXI столетия. Объём исследований и проектов по теме вертикальных ферм от одиночных объектов до целых городских кварталов и урбанистических трансформаций городских ландшафтов огромен. Данная статья опирается на научные статьи, профессиональные отчеты, новостные статьи, блоги и веб-сайты по теме проектирования и строительства вертикальных агропромышленных комплексов.

Ключевые слова: вертикальные фермы, агропромышленные комплексы, инновационные технологии, эффективное производство продуктов питания, увеличение городского населения, футуристические формы, зеленая эстетика.

Вертикальные фермы (ВФ) это – новый тип агропромышленных зданий, представляющих современный тренд сельского хозяйства в городах. Концепция, которая предполагает культивирование растений и домашнего скота в высотных зданиях на территориях городских районов где отсутствует доступная земля и пространство. По своей сути ВФ – это высокоавтоматизированные агропромышленные комплексы, смешенного использования, которые могут совмещаться с функцией жилья или существовать отдельным комплексом, размещенным в специально спроектированном высотном здании [1].

Предпосылкой для разработки подобных проектов послужили фундаментальные изменения, связанные с постоянным ростом числа населения планеты, которое, в обозримом будущем, приведёт к нехватке территорий сельскохозяйственного назначения. По оценкам и прогнозам ООН население мира увеличится на 40%, превысив 9,7 миллиардов человек, к 2050 году и потребуются на 70% больше продовольствия для удовлетворения потребностей еще 3 миллиардов жителей по всему миру [2; 3]. Чтобы прокормить

9 миллиардов человек на планете, нужны фермерские хозяйства, которые покрывают землю, по площади равную всей Южной Америке, поэтому необходимо применение действительно революционного подхода в ведении сельского хозяйства внутри помещений, где будут использованы ультрасовременные технологии. 80% общей площади земли в настоящее время используется под земледелие. При этом около 67% сельскохозяйственных земель используется для производства продуктов питания, идущих на корм животным, и только 33% – для выращивания овощей, фруктов и зерновых для человека. Очевидно, что земельные ресурсы – это роскошь, которую себе не могут позволить многие регионы мира. Это и стало основанием для новой сельскохозяйственной идеи, ВФ, которые поднимаются к небу или уходят глубоко под землю. Несмотря на многие вопросы по данной теме, такие проекты стали превращаться из «зелёной мечты» в реальность. Как мы можем проследить из истории высотного строительства, рост вверх происходит всегда, где есть дефицит земли. Логика вертикального земледелия про-

ста: производить больше пищи на меньших площадях [5; 6].

Колоссальные масштабы интереса к теме развития вертикальных ферм в урбанизированных странах. По прогнозам аналитиков, к 2022 году мировой рынок вертикальных ферм достигнет \$6 млрд. Несмотря на сложные технические и практические проблемы при применении вертикальных ферм сегодня они существуют и производят различные виды сельскохозяйственных культур в Китае, Южной Корее, Японии, Сингапуре, Объединенных Арабских Эмиратах, Голландии, Италии, Великобритании, США и Канаде. В России так же есть компании как Fibonacci занимающиеся строительством вертикальных ферм, интерес и потенциал Российского рынка в данной области огромен. Очевидно, что сегодня гидропоника — это сектор процветающей промышленности по всему миру, благодаря которой, выращивается продукция, практически, в любом месте на планете. Вертикальные фермы захватывают города, тоннели и даже пустыни [7; 12; 13].

Архитектурная практика задолго до появления ВФ наработала множество приемов и принципов, реализующих идею интеграции архитектуры и природы. Методы гидропонного выращивания растений применяли ещё древнейшие цивилизации. Висячие сады Вавилона, плавучие сады ацтеков в Мексике, гидропонные сооружения в древнем Китае. Выращивание растений в воде описывают египетские иероглифические записи. В XIX столетии ученые и садоводы экспериментировали с различными методами гидропонии. Потенциальное применение заключалось в производстве свежих продуктов в непахотных районах мира. В 1915 году Гилберт Эллис Бэйли придумал термин «вертикальное сельское хозяйство» и написал книгу с таким же названием. Он утверждал, что сельское хозяйство в контролируемой вертикальной среде обеспечит экономические и экологические выгоды. В начале 1930-х годов Уильям Фредерик Герике стал пионером гидропонии в Калифорнийском университете в Беркли. В 1980-х годах Шведский фермер Оке Олссон, предложил вертикальное сельское хозяйство в качестве средства для производства овощей в городах. Он изобрел спиральную систему рельсов для выращивания растений [4 – 9].

В конце XX века Диксоном Деспоммьером (Dickson Despommier), американским экологом из Колумбийского университета была возрождена концепция вертикального сельского хозяйства. Он описал вертикальную ферму как «массовое культивирование растений и животных в

коммерческих целях в небоскребах. Используя передовые тепличные технологии, такие как гидропоника и аэропоника, вертикальная ферма могла бы теоретически производить рыбу, птицу, фрукты и овощи» [8 – 10]. Один из первых образцов ВФ Диксон Деспоммьер разработали в сотрудничестве с Крисом Джейкобсом соучредителем и креативным директором United Future, маркетинговой и дизайнерской компании, базирующейся в Лос-Анджелесе. С тех пор, как он начал свою работу по вертикальному сельскому хозяйству, проекты Джейкобса были хорошо восприняты в средствах массовой информации во всем мире, появляясь в нескольких публикациях, включая Plenty, US News and World Report и Scientific American. (рис. 1Б)

Тип пирамидальной фермы «Pyramid Farm», разработанный Диксон Деспоммьером, с профессором архитектуры Эриком Эллингсеном поражает своей эффективностью. 30-этажная «Пирамидальная ферма» будет использовать только 10% воды, используемой в традиционных методах ведения сельского хозяйства. И только 5% земли, необходимой для традиционных фермерских полей, используемых для производства самых разнообразных фруктов и овощей, рыбы и птицы, которые будут кормить около 50 000 человек в год. Это сельскохозяйственная экосистема с замкнутым циклом, в которой почти каждый элемент сельскохозяйственного процесса, включая воду и питательные вещества, рециркулируется и используется. Гигантская постройка будет получать энергию, как от классических фотоэлектрических панелей, ветрогенераторов, тепла земных недр, так, и от менее популярных сегодня, «зелёных» источников, таких, как тепло сточных вод.

Отмечено, что в пирамидальной постройке растения одного и того же сорта в сравнении с обычной теплицей растут быстрее, выглядят здоровее и дают больший урожай. Во-вторых, рассада в таких теплицах выживает даже после того, как ночью внезапно грянут заморозки (рекорд: 16°C ниже нуля). Работники утверждают, что в теплице-пирамиде легче работать: исчезает усталость, улучшается общее самочувствие, быстрее заживают мелкие царапины. Пирамидальные теплицы уже стали очень популярны в странах средней Азии [11]. (Рис. 1Г).

Технологическая структура современной ВФ может состоять из нескольких секторов с разными технологическими приёмами выращивания: 1) аэропонии — выращивание в воздушной среде без использования почвы. Благодаря аэропонике можно выращивать многие культуры ря-

дом. А вертикальный способ выращивания экономит площадь, таким образом, что под аэропонику можно отвести совершенно разные помещения, даже подвалы и склады; 2) гидропоника — выращивание в искусственной среде без поч-

вы; 3) аквапоника — выращивание в водной среде. (Рис.1). Эти сектора подпитываются альтернативными источниками энергии, повышая экологичность продукта. (Рис.1А).



А

Б

В

Г

Рис. 1 А – структура ВФ (фото: Visual Capitalist: <http://www.visualcapitalist.com/how-vertical-farming-works/>); **Рис. 1Б** – проект К. Джейкобса и Д. Деспоммье; **Рис. 1В** – вид внутренней части ВФ; **Рис. 1Г** – проект «Пирамидальной фермы» арх. Э. Эллингсен и Д. Деспоммье: <https://frederickclarkson.com/mission>; <https://weburbanist.com>.
(А – structure of VF(photo: Visual Capitalist: <http://www.visualcapitalist.com/how-vertical-farming-works/>; В – K. Jacobs and D. Despommye's project; В – a type of an internal part of VF; Г – the project of "Pyramidal farm" E. Ellingsen and D. Despommyer (photo: <https://frederickclarkson.com/mission>; <https://weburbanist.com>))

Очевидно, что ВФ – это попытка примирения городской и сельской жизни для формирования эко-городов будущего. Экологический город будущего должен быть нацелен на реинтеграцию фермерской функции в городском масштабе, подчеркнув роль городского сельского хозяйства в использовании и повторном использовании природных ресурсов и биоразлагаемых отходов, с тем, чтобы закольцевать экологическую цепочку во избежание асфиксии планеты [15; 16]

Развивающаяся типология агропромышленных комплексов ВФ предоставила новые возможности для архитектуры и городского проектирования, объединив производство продуктов питания и архитектуру. Концепты будущего в области агропромышленной архитектуры, предусматривают интеграцию ВФ с городом в симбиотическом отношении. Во многих предложениях предусматривается, что ВФ будет собирать органические отходы, углекислый газ, навоз, CO₂ и избыток тепла от заводов и фабрик и превращать их в биогаз для отопления и охлаждения. Таким образом, ВФ не только сможет выращивать пищу, но и помогать в разработке устойчивых решений для лучшего использования энергии, тепла, отходов и воды. Концепты ВФ будущего предлагают разнообразные планиро-

вочные приёмы [8 – 10]. В литературе по данной теме различают три типа вертикального земледелия [2].

Первый тип – это высотные структуры с несколькими уровнями, которые освещаются искусственным светом. Многие города реализовали эту модель в новых и старых зданиях, включая склады [8]. К ним относятся существующие сегодня вертикальные фермы как Sky Greens (Зелёное небо) в Сингапуре — это первая коммерческая вертикальная ферма в мире. Растения выращиваются на 38-ярусной башне, которая напоминает букву "А". Башни вращаются вокруг алюминиевых балок, которые обеспечивают правильное распределение воды, солнечного света и воздуха для растений. Sky Greens способен производить одну тонну свежих овощей через день [17].

Подземный растительный центр Токийского метрополитена расположен под железнодорожными путями Токуо Metro и занимается фермерством под брендом "Токийский салат" (Tokyo Salad). В этом герметичном пространстве придерживаются строгих гигиенических правил: нет ни удобрений, ни почвы. Вместо этого, семь ярусов растений выращиваются гидропонически.

Mirai Corp в Японии — самая большая вертикальная ферма в мире, площадью 25 000 м². Для работы ферме нужно на 40% меньше энергии, на 80% меньше удобрений, и на 99% меньше воды, чем для обычной фермы. А продуктивность увеличилась в 100 раз — в день производится 10 000 головок латука.

Aerofarms В США — одна из самых больших вертикальных ферм в мире. Площадь фермы составит 6500 кв.м., и ежегодно она будет приносить около 900 тонн листьев для салата. Растениям, которые там выращиваются, не требуется солнечный свет и земля, и нужно в 20 раз меньше воды, чем для традиционной фермы.

Шведско-американская компания Plantagon International продвигает новый вид теплиц, которые называет «плантагонами». Строительство первого комплекса началось в шведском Линчёпинге. Предлагаемая ВФ Plantagon. содержит спиральную конструкцию, расположенную в центре сферического здания и вытянутую вертикально по которой перемещаются растения до периода созревания.

Второй тип вертикального земледелия — это крыши старых и новых промышленных и жилых зданий, а также террасы и кухни. Знаковым объектом данного типа стал жилой комплекс «One Central Park» (Первый Центральный Парк) в Сиднее от арх. Ж. Нувеля. В 2014 году СТВУН признал его лучшим высотным зданием 2014 года. Жилой дом в Сиднее представляющего тренд будущего сельского хозяйства — вертикальные фермы в городской черте. Комплекс «One Central Park» стал лучшим в мире благодаря новаторскому проекту в сфере эко-технологий [1].

Третий тип ВФ — это футуристическое многоэтажное здание будущего. В последнее десятилетие мы наблюдаем большее число серьезных провидческих предложений такого типа. По сути, архитекторы предлагают заново изобрести вертикальное здание как структурно и функционально, так и экологически, и энергетически. Подобное происходило в период урбанистического бума Нью-Йорка в XIX веке. Однако ни одна из них ещё не была построена. Важно, однако, отметить связь между этими тремя типами, успех проектов вертикальной фермы с умеренным размером и технологиями выращивания, вероятно, проложит путь для типологии фермы — небоскреба [2].

Архитектурная фирма Vincent Callebaut Architectures под руководством бельгийского архитектора Винсента Каллебо является одним из лидеров в области концептуального проектирования [15]. Студией представлены десятки по-

истине фантастических объектов будущих зелёных небоскрёбов, плавающих федераций готовых преобразовать урбанистические ландшафты современных мегаполисов в райские сады. Студией в 2009 году для Нью-Йорка был представлен проект метаболической фермы «Dragonfly» (Стрекоза) позиционировавшийся как лучший вертикальный культивированный центральный парк. Архитектура «Dragonfly» (Рис.2). Проект Dragonfly предполагает создание прототипа городской фермы, предлагающей функции жилья, офисов и лабораторий в области экологической инженерии, фермерских помещений, которые вертикально расположены на нескольких этажах и частично обрабатываются собственными жителями [14; 15].

Архитектор Пьер Сарту французской фирмы Atelier SOA предложил ВФ смешанной функции «Tour Vivante» (Живая башня) — в которой расположатся жильё, фермы, помещения для отдыха, рестораны и магазины. Концепция эко-башни «Tour Vivante» заключается в объединении производства гидропонике и жилья в городской среде. Предлагаемая вертикальная ферма имеет «кожу», которая обертывает структуру и допускает солнечный свет в целевые места для функциональных и эстетических целей. Небоскрёб использует энергию ветра, рекультивацию дождевой воды, производство биогаза и производство продуктов на месте Переплетение функции жилья, производства и видов деятельности направлено на обеспечение симбиотической взаимосвязи между жителями и окружающей средой. Например, пищевые отходы из ресторанов и от жителей будут собираться, и обрабатываться для использования в качестве жидкого удобрения для фруктов и овощей. Аналогично, кислород, производимый растениями, будет направляться жильцам, а диоксид углерода, производимый арендаторами, будет передаваться растениям. Дождевая вода с крыши и фасадов будет собираться, фильтроваться и использоваться на ферме, а отходы, сгенерированные фермой, и другие функции (жильё, квартиры) будут собираться и использоваться для выработки энергии для башни. Использованная вода, производимая башней, будет рециркулирована и очищена для кормления и удобрения растений. «Tour Vivante» также включает в себя возобновляемые источники энергии, используя две большие ветровые турбины, а также фотоэлектрические панели, расположенные на южном фасаде здания и его крыше. Башня будет также построена из переработанных и перерабатываемых материалов. Термобетонный вал в ядре здания поможет кон-

тролировать солнечную энергию и влажность в здании, обеспечивая естественную вентиляцию через «эффект дымохода» и применение двойного фасада. В целом, концепция башни также рассматривает возможности смешивания архитектуры с сельским хозяйством, слияние производства и потребления продуктов питания в одном месте [2]. (Рис.2Г).

Проект «SkyFarm» архитектора Гордона Граффа – это 59-этажная вертикальная ферма, предлагаемая в центре Торонто, Канада. Эта башня охватывает гидропонный метод выращивания продовольствия, используя площадь, составляющую около 743 224 м². Предполагается, что Skyfarm произведет эквивалент сельского хозяйства в тысячу акров, кормят около 35 000 – 50 000 человек в год. Здание будет оборудовано биогазовой установкой, которая содержит анаэробный варочный котел для производства метана из его

отходов, который затем сжигается для выработки электроэнергии. Система также может возвращать утилизацию отходов, чтобы обеспечить производство электроэнергии, необходимой для производства электроэнергии. Кроме того, жидкая суспензия, экстрагируемая анаэробными варочными котлами, может использоваться сельскими фермами в качестве удобрения [18].

Испанская фирма JAPA Architects предложила систему динамичных вертикальных ферм (Dyv-Net), которая может быть расположена недалеко от городских центров. Построенные из легких металлов Dyv-Net хозяйства могли бы производить сельхозкультуры круглый год, поддерживать местную экономику и располагаться рядом с рынком. Проект был отмечен на конкурсе архитектуры будущего FuturArc Prize 2013 Competition [19]. (Рис.2А).



А

Б

В

Г

Рис. 2А – ВФ «Dyv-Net» для района Коулун в Гонконге (фото: JAPA Architects); **Рис. 2Б** – ВФ «Dragonfly» арх. В. Каллебо; **Рис. 2В** – ВФ «Sky Farm» арх. Г. Графф; (фото <https://weburbanist.com>);

Рис. 2Г – «Живая башня» арх. Пьер Сарту (фото <https://weburbanist.com>)

(А – VF "Dyv-Net" for the area Kowloon in Hong Kong (photo: JAPA Architects); Б – VF "Dragonfly" arch. V. Kallebo; В – VF "Sky Farm" arch. G. Graff; (photo: <https://weburbanist.com>); Г - «Tour Vivante» arch. Pierre Sartou (photo: <https://weburbanist.com>))

Система Dyv-Net представляет собой ВФ высотой 187,5 метров и построена из легких металлов. ВФ спроектирована для престижного района Коулун в Гонконге и должна расположиться в непосредственной близости от плотной городской застройки, что поможет выращивать продукты питания рядом с местом, где они будут куплены и съедены – это снижает расходы на транспорт и выбросы углекислого газа. Ферма представляет собой серию круговых подсобных хозяйств. Круглые уровни фермы вращаются, чтобы растения получали необходимое количество солнечного света в течение дня.

Проекты будущего города нацеливают города на реинтеграцию фермерской функции в городском масштабе, которые будут преобразовывать городской ландшафт с помощью новой типологии «зелёных» зданий не только отдельных городских зон или районов, но и полностью привычных городских ландшафтов превращая их «умные города».

Архитектурная фирма Sasaki разработала концепцию целого сельскохозяйственного района Sunqiao в китайском Шанхае. На площади 100 гектаров неподалеку от центра Шанхая расположится аграрный комплекс, состоящий из ВФ, интерактивных теплиц и акваферм по вы-

ращиванию водорослей. Предполагается, что район Sunqiao площадью 100 г из многоярусные теплиц будет обеспечивать продуктами население Шанхая — около 24 млн человек, выращивая за короткий срок рекордные урожаи. Согласно мастерплану Sasaki, комплекс расположится между аэропортом и центром города. Проект станет лабораторией для тестирования инновационных методов выращивания овощей, фруктов и зелени. Sunqiao будет использовать принципы

гидропоники и аквапоники. Также городскую ферму оборудуют системами выращивания водорослей, плавучими и интерактивным теплицами, вертикальными садами и библиотеками семян. Проект станет не только центром пищевых технологий, но и образовательной площадкой. Посетители смогут самостоятельно выбирать овощи и узнавать, в каких условиях их выращивают. Также рядом с городскими фермами появится музей науки [20]. (Рис. 3Г, Д, Е).



Рис. 3 А, Б, В – «2050 Париж умный город» студии В. Каллебо (фото https://thearchitect.pro/ru/news/5859-8_zelenyh_basen_Vinsenta_Kallebo); **Г, Д, Е** – Бюро Sasaki, района Sunqiao в Шанхае. (фото: <https://www.archdaily.com/868129/sasaki-unveils-design-for-sunqiao-a-100-hectare-urban-farming-district-in-shanghai>)

А, Б, В – «2050 Paris Smart City» arch. Vinsenta_Kallebo (photo: https://thearchitect.pro/ru/news/5859-8_zelenyh_basen_Vinsenta_Kallebo); **Г, Д, Е** – Sasaki-Urban farming district in Shanghai (photo: <https://www.archdaily.com/868129/sasaki-unveils-design-for-sunqiao-a-100-hectare-urban-farming-district-in-shanghai>)

Глобальный концептуальный проект умного города «2050 Paris Smart City» студии В. Каллебо заключается в идее строительства башен восьми типов с различными экологическими характеристиками, обеспечивающими себя энергией с минимальными выбросами вредных веществ в атмосферу, что вызвано позицией городских властей Парижа которые к 2050 году желают снизить уровень выбросов углекислого газа в атмосферу на 75 % [20]. В проекте представлены новые типы сооружений, которые полностью преобразовывают привычный ландшафт Парижа. «Mountain towers» (Горные башни) представляют биоклиматические пики, которые объединят в себе различные возобновляемые источники энергии. В течение дня фотоэлектрические и тепловые щиты смогут генерировать электричество и горячую

воду. Многочисленные балконы башен с зелеными насаждениями послужат фильтром для жильцов. Этот вид постройки предлагают разместить на знаменитой торговой улице Рю де Риволи (Rue de Rivoli). Следующий тип башен – это «Antismog towers» (Антисмоговые башни) задумываются как 23-километровый коридор, проходящий через центр Парижа по заброшенным железнодорожным линиям, которые будут преобразованы в парковые зоны, велосипедные дорожки и городские сады. Вдоль них будут построены башни, предназначенные для фильтрации атмосферного смога. Эти конструкции будут производить электроэнергию за счет осевых ветряных турбин и гибких фотоэлектрических панелей. В попытке преобразовать существующие здания в вертикальный парк, «Photosynthesis towers» (Фотосин-

тез-башни) предполагает использование в них биореакторов, работающих на зеленых водорослях. «Bamboo nest towers» (Бамбуковые башни) – эти небоскребы задуманы как термодинамические башни-сады, обвернутые бамбуковыми биосетками. Внутри них будут выращивать фрукты и овощи, а также установят ветряки. «Honeycomb towers» – башни в виде пчелиных сот смогут увеличить жилую площадь в уже существующих домах в центре Парижа. Стальные конструкции будут крепиться на дымоходах. На крышах будут установлены фотоэлектрические панели, которые будут вырабатывать электроэнергию для уличного освещения. В башнях «Farmscraper towers» (Фермерский небоскрёб) будут расположены фермерские хозяйства, которые смогут обеспечить продовольствием соседние районы. Форма башен «Mangrove towers» будет напоминать мангровые деревья. Их строительство запланировано в районе железнодорожного вокзала Гар дю Нор (Gare du Nord) на севере Парижа. Там будут расположены офисы и гостиницы. «Bridge towers» – это башни-близнецы будут являться мостом, соединяющим восточную и западную части Парижа. Там установят гидротурбины, использующие кинетическую энергию реки. Кроме того, вся конструкция будет иметь нулевой уровень выбросов углерода в атмосферу и системы безотходного производства и вторичного потребления [20]. (Рис 3 А, Б, В, Г).

При всех потрясающих перспективах, как считают специалисты, которые открываются с внедрением агропромышленных комплексов ВФ в городах, все же ВФ не являются панацеей, как отмечает сам Д. Деспомьер по всем существующим проблемам устойчивости, но могут в значительной степени способствовать решению

существующих в городах проблем. Ученые, занимающиеся проблемами роста и развития городов по всему миру, считают, что урбанизация угрожает глобальному биоразнообразию, но города могут примирить биоразнообразие, создавая экологически устойчивые условия. При объединении производства продуктов питания и архитектуры появляется не только совершенно новая типология многофункционального агропромышленного здания, потенциал которого демонстрируют рассмотренные проекты, но и открываются перспективы многих социальных и экологических преимуществ. Что, несомненно, приведет не только к архитектурно-пространственным изменениям привычных городских ландшафтов, функциональных связей, но и росту жизнеспособности городов, непрерывному циклу обеспечения жителей продукцией, а также возможной нормализации экосистем. ВФ позволят превратить города в центры, по выращиванию продукции, используя городские условия, а городские центры обеспечивают благоприятной окружающей средой, создают новые рабочие места, сокращают транспортные расходы. Помимо прочего, ВФ могут действительно оказаться полезными в экстремальных ситуациях, например, при создании лагерей для беженцев. Обеспечить стабилизацию экономического кризиса в странах третьего мира. При необходимости, ВФ смогут стать катализатором в изменении численности населения развивающихся стран, поскольку сельское хозяйство в городах станет основной жизнеспособной стратегией производства продуктов питания. И в будущем могут избавить от вооруженных столкновений в борьбе за природные ресурсы для ведения сельского хозяйства, такие как вода и земля.

1. Иконописцева О.Г. Эко-дизайн энергоэффективной архитектуры. Анализ основных направлений и тенденций высотного строительства (Ikopisceva O.G. E'ko-dizajn e'nergoe'ffektivnoj arxitektury`. Analiz osnovny`x napravlenij i tendencij vy'sotnogo stroitel'stva (The eco-design of energy-efficient architecture. Analysis of the main directions and trends of high-rise construction)): http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia_hum/2018/2018_1_41_51.pdf
2. Kheir Al-Kodmany The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City: https://www.researchgate.net/publication/322938761_The_Vertical_Farm_A_Review_of_Developments_and_Implications_for_the_Vertical_City
3. Вертикальное сельское хозяйство увеличивает урожай салата по сравнению с обычной горизонтальной гидророницей. Dionysios Touliatos, Ian C. Dodd & Martin McAinsh Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics: https://www.researchgate.net/publication/303832337_Vertical_farming_increases_lettuce_yield_per_unit_area_compared_to_conventional_horizontal_hydroponics
4. Sustainable tall buildings: cases from the global south Kheir Al-Kodmany: <http://www.archnet-ijar.net/index.php/IJAR/article/view/1054/pdf>
5. Touliatos, D.; Dodd, I.C.; McAinsh, M. Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics. Food Energy Secur. 2016, 5, 184–191.

6. Muller, A.; Ferré, M.; Engel, S.; Gattinger, A.; Holzkämper, A.; Huber, R.; Müller, M.; Six, J. Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture? *Land Use Policy* 2017, 69, 102–105.
7. От садов Вавилона до НАСА — чем гидропоника покорила мир (From the gardens of Babylon to US a-than hydroponics has conquered the world): <http://aggeek.net/ru/technology/id/ot-sadov-vavilona-do-nasa-chem-gidroponika-pokorila-mir-744/>
8. Вертикальная ферма. Despommier Dickson. *The vertical farm / Feeding the world in the 21st century*. NY, USA: Thomas Dunne Books / St.Martin's Press, 2010. Pp. 135 – 138.
9. Вертикальные фермы в городах. Д. Диспоммьер Despommier, D. *Farming up the city: The rise of urban vertical farms*. *Trends Biotechnol.* 2013, 31, 388–389.
10. Диспоммьер Д. Энциклопедия еды и этика агрокультуры. Despommier D. *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics (Vertical Farms in Horticulture)*; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2014.
11. Новое слово в агротехнике (New word in agricultural engineering): <https://frederickclarkson.com/mission>
12. Вертикальные фермы в России (Vertical farms in Russia): <https://www.promgidroponica.ru/vertikalnyefermy>
13. Вертикальные фермы начинают завоевывать сельское хозяйство (Vertical farms begin to conquer agriculture): <http://xn--80abjdoczp.xn--p1ai/nauka-i-praktika/tehnologii-i-innovacii/3454-vertikalnye-fermy-nachinayut-zavoevyvat-selskoe-hozyaystvo.html>
14. Винсент Каллебо (Vinsent Kallebo): <http://vincent.callebaut.org/>
15. Винсент Каллебо. Вертикальные фермы (Vinsent Kallebo. Vertical trusses): <http://www.infuture.ru/article/2065>
16. Вертикальная ферма Зелёное небо в Сингапуре (Vertical farm Green sky in Singapore): <http://www.skygreens.com>
17. Небесная ферма в Торонто (Toronto sky farm): <https://inhabitat.com/gordon-graffs-skyfarm-for-toronto/>
18. Ферма Дув-Net: <http://www.energy-fresh.ru/tech/selhoz/?id=6825>
19. Сельскохозяйственный район Sunqiao в Шанхае (Sunqiao agricultural district in Shanghai): <https://www.archdaily.com/868129/sasaki-unveils-design-for-sunqiao-a-100-hectare-urban-farming-district-in-shanghai>
20. «2050 Paris Smart City». Париж 2050: <https://arch-sochi.ru/2015/01/ekologicheskaya-arhitektura-dlya-parizha-ot-vinsenta-kallebo/>

ECOARCHITECTURE OF VERTICAL FARMS AS A NEW TYPOLOGY OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES OF MUNICIPAL ECONOMY OF THE FUTURE

© 2018 O.G. Ikonopistseva

Olga G. Ikonopistseva, candidate of architecture, senior teacher of department of architecture.

E-mail: Olga.iconopisceva26@yandex.ru

Orenburg State University. Orenburg, Russia

According to forecasts of the UN by 2050 80% of the population will live in urban areas that will cause essential increase in demand for food. Therefore the subject of providing what and steady food in the cities will be staticized. The new method, which has been offered, for a solution of the problem of satisfaction of the growing demand for food in the cities consists in development and deployment of vertical agro-industrial buildings – vertical farms. Vertical agriculture is a concept, municipal economy in high-rise buildings designed to provide the population with food in urban areas where there are problems with land resources, space and difficult climatic conditions of agriculture. Now we become witnesses of introduction of similar complexes in the cities worldwide where they are an integral part of modern municipal economy of the XXI century. The volume of researches and projects on a subject of vertical farms from single objects to the whole city quarters and urbanistic transformations of city landscapes is huge. Scientific articles, professional reports, news articles, blogs and websites guide this article on a subject of design and construction of vertical agro-industrial complexes.

Keywords: vertical farms, agro-industrial complexes, innovative technologies, effective production of food, increase in urban population, futuristic forms, green esthetics.