УДК 72.05

© О. П. Фёдоров, доцент

© А. Р. Мухамедзянова, студентка

© Д. А. Черникова, студентка

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: oleg_proart@mail.ru, asiyaamuk@gmail.com,

dasha_chernikova09@icloud.com

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-1-53-61

© O. P. Fedorov, Associate Professor

© A. R. Mukhamedzyanova, student

© D. A. Chernikova, student

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: oleg_proart@mail.ru, asiyaamuk@gmail.com,

dasha_chernikova09@icloud.com

ТИПОЛОГИЯ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ГОРОДСКИХ ФЕРМ В СОВРЕМЕННОМ МЕГАПОЛИСЕ

TYPOLOGY OF SPATIAL SOLUTIONS OF URBAN FARMS IN THE MODERN METROPOLIS

Раскрывается понятие «городской фермы», рассматриваются ее типология и перспектива развития в современной городской архитектуре. Проанализированы примеры проектов по каждому из выделенных типов, обозначены их особенности и преимущества. Предложена систематизация городских ферм в соответствии с выделенными типами.

Ключевые слова: городская ферма, городская агрокультура, гидропоника, энергоэффективность, эко-устойчивая архитектура, устойчивый образ жизни.

The article reveals the concept of the “urban farm”, its typology and ability to adapt to modern urban architecture is discussed. Examples of projects for each of the selected types are considered, their features and advantages are specified. There is proposed a systematization of urban farms in accordance with the specified types.

Keywords: urban farm, urban agriculture, hydroponics, energy efficiency, eco-sustainable architecture, sustainable lifestyle.

Устойчивое развитие (с англ. sustainable development) [1] является актуальной задачей при управлении процессами развития современных мегаполисов, в том числе их градостроительным развитием. В первую очередь, стратегии устойчивого развития направлены на решение существующих экологических проблем. Одним из решений при реализации данной концепции можно считать появление «городских ферм», благодаря которым можно удовлетворять растущие потребности городов и приблизить их к достижению целей устойчивого развития¹.

Понятие «городская ферма» может быть определено как объект и как процесс. **Городская ферма как архитектурный объект** — это здание (или часть здания, группа помещений, павильон), оборудованное блоками для выращивания растений за счет использования энергоэф-

фективных и наиболее продуктивных методов производства сельскохозяйственных культур (например, метод гидропоники, аэропоники, аквапоники и др.)² [2, 3]. **Городская ферма как процесс** — это процесс организованного производства и выращивания сельскохозяйственных культур в городской (урбанизированной) среде. Для такого производства характерно бережное отношение к природным ресурсам: повторное использование воды, энергоэффективность и стремление к принципам безотходного и бережливого производства [4]. Может реализовываться в различных организационных форматах, в том числе как общественный проект в городской среде, в котором люди работают с растениями. Такой проект направлен на производство свежих овощей и фруктов, улучшение экологиче-

¹ Цели в области устойчивого развития. Текст электронный. URL: <https://clck.ru/EKApA> (дата обращения: 14.02.2020).

² Обзор гидропонных установок. Текст электронный. URL: <https://gidrostore.ru/obzor-gidroponnyh-ustanovok/> (дата обращения: 14.02.2020).

ской обстановки, повышение осведомленности о фермерстве и земледелии, а также на улучшение уровня жизни в условиях урбанизации.

По прогнозам ООН к 2050 году 80 % населения будут жить в городских районах, что вызовет существенный рост спроса на продовольствие, основной объем которого производится в отдалении от городского потребителя [5]. Для России обеспеченность растительными культурами — вопрос особенно актуальный. Страна охватывает 4 климатических пояса, в том числе северные территории, для которых характерен производственный дефицит продуктов питания растительного происхождения. Это приводит к вынужденному импорту фруктов и овощей из других регионов, а значит, к существенному повышению выбросов вредных веществ, связанных с транспортировкой, экономических затрат [6]. Одним из решений указанных проблем является развитие вертикального земледелия, которое лежит в основе функционирования городских ферм [7].

Данное исследование проведено с целью изучения и систематизации типов городских ферм, а также способов их внедрения в структуру зданий и в городские пространства. В результате определена типология городских ферм и спрогнозировано их развитие.

Принцип функционирования городских ферм

Существуют различные способы выращивания растений в городских условиях. На их условия влияют такие характеристики, как вид субстрата, способ полива и освещения, необходимость обеспечения определенных санитарно-эпидемиологических показателей воздуха.

На рис. 1 предложены основные составляющие городской фермы по категориям. Выбор способа зависит от финансовых рамок проекта и индивидуальных целей владельца. Наиболее эффективная комбинация способов уникальна для каждого конкретного случая, поэтому для ее выявления нужен контекст ситуации.

Городская ферма, по возможности, стремится к независимости в отношении ресурсов и энергии. Это достигается с помощью максимального использования естественного освещения, установки солнечных батарей и ветрогенераторов для выработки дополнительной электроэнергии,

в результате ферма имеет высокие показатели энергоэффективности и даже может обеспечивать энергией окружающие здания.

Городская ферма может быть полноценным звеном городской сети водоснабжения и канализации. Для ее функционирования необходимо постоянное поступление и регулярная утилизация водных ресурсов. При этом часть ресурсов может поступать посредством сбора и фильтрации дождевой воды. Также городские фермы оснащены установками по насыщению воды минеральными веществами, которые требуется восполнять [8]. В стремлении к безотходному производству может применяться метод компостирования органических отходов, что позволяет получать часть питательных веществ для растений и энергию (биогаз).

Выращивание сельскохозяйственных культур возможно как при горизонтальном, так и вертикальном размещении. При горизонтальном расположении растения высаживаются традиционным образом в один уровень. Вертикальная ферма представляет из себя многоярусную структуру, что позволяет повысить ее продуктивность благодаря компактному размещению растений в объеме здания (контейнера).

На городской ферме можно выращивать зелень (салат, укроп, петрушку, базилик и др.), ягоды (клубнику), овощи (томаты, картофель и др.) [9]. Комплектация установок и особенности оборудования варьируются в зависимости от производителя и ценовой категории.

Ферма требует ухода: необходимо обслуживать оборудование, собирать урожай, проводить уборку. При реализации фермы в отдельном здании в масштабе микрорайона можно рассчитывать на трудоустройство местных жителей. Это может быть активное население разных возрастов и физических возможностей. Детям также может быть интересно посильное образовательное и практическое участие в жизни фермы.

При написании статьи была поставлена задача рассмотреть примеры городских ферм и систематизировать их по типу. Для этого был проанализирован ряд существующих проектов и реализованных объектов городских ферм в разных странах. Результаты анализа представлены в таблице.

Субстрат -место развития организмов. Субстраты служат местом прикрепления растения, могут выполнять роль питательной среды	почвогрунт почвенная масса, которая применяется как готовая основа для выращивания сельскохозяйственных культур гранулированный субстрат керамзит, перлит, вермикулит волокнистый субстрат минеральная вата, кокосовое волокно водный раствор корни располагаются в насыщенном минеральными веществами водном растворе без грунта растения закреплены в ячеистой структуре, корни располагаются в воздушной среде
Полив -способ увлажнения субстрата и насыщения его питательными веществами	ручной полив осуществляется вручную традиционным способом по мере необходимости капельный полив автоматическая система полива при которой раствор подается к корням через систему трубок распыление раствор распыляется и впитывается корнями растений из воздуха постоянный полив корни растений постоянно находятся в растворе (аквапоника)
Свет -способ освещения растений в зависимости от источника освещения	естественное солнечным светом через светопрозрачные конструкции искусственное этот способ позволяет размещать городскую ферму в плохоосвещенных пространствах, обеспечивая освещение растений с помощью ламп дневного света смешанное использование солнечного света в дневное время и искусственных источников освещения ночью
Воздух -обеспечение санитарно-эпидемиологических показателей воздуха	обособленная система растения располагаются в контейнерах, в которых микроклимат поддерживается автоматически система, включенная в структуру многофункционального пространства ферма существует в микроклимате окружающего её пространства (в здании) система в открытом городском пространстве растения располагаются на открытом воздухе и подвержены воздействию погодных условий

Рис. 1. Основные составляющие городской фермы

На основе проведенного анализа существующих примеров предлагается систематизация, дополненная двумя типами (№ 5 и 6), пока широко не представленными в архитектурной практике, но перспективными для внедрения. Если существующие примеры являются самостоятельными помещениями с независимым температурным и влажностным режимом, вентиляцией и конди-

ционированием, отличным от режима эксплуатируемого здания (зависит от типа выращиваемого растения и настраивается компьютеризированным способом), и пространством, напрямую изолированным от жилых и общественных пространств, то два предлагаемых типа находятся в прямой связи с пространствами, в которых предполагается жизнедеятельность человека.

Примеры проектов городских ферм

Иллюстрация	Основная информация	Иллюстрация	Основная информация
Sky Greens, реализованный проект¹ Компания: Sky Urban Solutions Holding Pte Ltd Расположение: Сингапур Площадь: 3,65 га Год постройки: 2012		Модульная система Urban Farmers² Архитекторы: Conceptual Devices Расположение: Базель, Швейцария Площадь: 400 м ² Год проекта: 2014
Здание городской фермы³ Архитекторы: ilimelgo and atelier secousses Расположение: romainville / france Площадь: 2000 м ² Год проекта: 2016		Вертикальная ферма над жилыми домами в Марселе⁴ Архитекторы: SOA Architectes Расположение: Марсель, Франция Год проекта: 2011
Проект городской фермы⁵ Архитекторы: студентка Camilla Bisballe-Muller, Королевская датская академия изящных искусств Расположение: Дания Год проекта: 2016		Вертикальная ферма над образовательным центром и музыкальной площадкой в Бордо⁶ Архитекторы: SOA Architectes и holdUP Расположение: Бордо, Франция Площадь: 2800 м ² Год проекта: 2012
Деревня ReGen⁷ Архитекторы: ReGen Village Расположение: Нидерланды, Алмер Площадь: 20 га Год проекта: 2017		Вертикальные гидропонные фермы на крышах - реализованный индийский стартап в городе Ченнай⁸ Архитекторы: Startup Future Farms Расположение: Ченнай, Индия Площадь: 1400 м ² Год постройки: 2014
Центр городского сельского хозяйства⁹ Архитекторы: Mithun Команда: Расположение: Сиэтл, Вашингтон Площадь: 2900 м ² Год проекта: 2007		Ферма для двора, реализованный проект¹⁰ Архитекторы: Human Habitat Расположение: Дания, Копенгаген Площадь: 54 м ² Год постройки: 2016
Павильон США на EXPO в Милане, реализованный проект¹¹ Архитекторы: Biber Architects Расположение: Милан, Италия Площадь: 3700 м ² Год постройки: 2015		Farm in Tokyo, реализованный проект¹² Архитекторы: ON design partners Расположение: Tokyo, Japan Площадь: 21 м ² Год постройки: 2010
Вертикальная ферма в детском саду в Бронксе, реализованный проект¹³ Архитекторы: Garrison Architects Расположение: Бронкс, Нью-Йорк Площадь: 1100 м ² Год постройки: 2013		Prinzessinnengärten («Сады принцесс»)¹⁴ Основатели проекта: Марк Клаузен и Роберт Шоу Расположение: Германия, Берлин Площадь: от 1 м ² Год постройки: 2009

¹ Smart Food Expo. Текст электронный. «Sky Greens — вертикальная ферма в сердце Сингапура». URL: <https://bitly.su/lw4J3> (дата обращения: 14.02.20).

² Adele Peters. Fast Company. Текст электронный. Build Your Own Full-Scale Rooftop Farming Operation, With This Easy Kit. URL: <https://bitly.su/8VHdAb3a> (дата обращения: 14.02.2020).

³ Juliana Neira. Designboom. Текст электронный. URL: <https://bitly.su/oGBMB> (дата публикации: 22.03.2016).

⁴ Futura-Sciences / Текст электронный. «La transformation de la cité HLM Marcel-Cachin, en Seine-Saint-Denis». URL: <https://bitly.su/7UD9k> (дата обращения: 14.02.2020).

⁵ Camilla Bisbakke-Muller. KADK. Текст электронный. «Et modested». URL: <https://kadm.dk/en/project/et-moedested> (дата публикации: 2016 год).

⁶ Inhabitat. «La Ferme Musicale is a Vertical Farm, Music Venue & Educational Center for Bordeaux». Текст: электронный. URL: <https://bitly.su/QRjUIbx/> (дата обращения: 14.02.2020).

⁷ Esgrupto. Текст электронный. «В Голландии создадут «деревню будущего» с применением блокчейна». URL: <https://bitly.su/rCnyAJO> (дата публикации: 30.07.2018).

⁸ Your story Текст электронный. «Stanford Seed startup Future Farms is out to solve India's food crisis with clean, soil-less farming» URL: <https://clck.ru/GX9iv> (дата обращения: 14.02.2020).

⁹ Mithun. Текст электронный. Live, Work and Thrive. Center for Urban Agriculture URL: <http://mithun.com/project/center-for-urban-agriculture/> (дата обращения: 14.02.2020).

¹⁰ Insteading. Текст электронный. «Flatpack urban farm». URL: <https://bitly.su/plvZnu> (дата обращения: 14.02.2020).

¹¹ Archinnet. Текст электронный. «USA Pavilion Expo Milano 2015». URL: <https://bitly.su/0vipkm> (дата обращения: 14.02.2020).

¹² Andrew Rosenberg. «ArchDaily». Архитектурный информационный ресурс. Текст: электронный. Farm in Tokyo / ON design partners. URL: <https://bitly.su/kyeCMCjn> (дата публикации: 14.04.2011).

¹³ Inhabitat. Текст электронный. «Prefab Lehman College Day Care Center Features Vertical Gardens for Children to Grow Food». URL: <https://bitly.su/IOyaDXh> (дата публикации: 10.09.2013).

¹⁴ Берлин: «Сады принцесс». Текст электронный. URL: <https://bitly.su/rWp8A7Y> (дата публикации: 04.06.2014).

Реализованным примером для подобных нововведений может стать гидропонная вертикальная ферма в чикагском аэропорту O'Hare [10]. В данном проекте растения, используемые в пищу, растут в открытом доступе, а значит, по аналогичной схеме можно ввести ферму не только в терминал аэропорта, но и в привычную среду обитания внутри города.

1. Городская ферма в отдельном здании

Опыт создания таких ферм в мировой практике широк, но, как правило, такие комплексы являются взаимосвязанной системой из нескольких зданий, размещенной в пределах или вблизи города и обеспечивающей овощами и зеленью целый город или его часть [11].

В примерах рассмотрен более компактный вариант, когда здание-ферма располагается внутри микрорайона и обеспечивает продукцией только близлежащие дома. Такая ферма представляет собой отдельное здание с большими площадями окон, вплоть до полностью светопрозрачного ограждения, и включает комплекс общественных функций: зона роста растений, технические помещения, возможно включение образовательного центра, магазина по продаже выращенной продукции.

При содержании данного вида фермы есть свои особенности. Из-за больших плоскостей остекления здание требует значительных энергозатрат на обогрев, особенно в холодных регионах, хотя высокая потребность в энергии частично нивелируется комплексом энергоэффективных мероприятий, описанных выше.

Так как габариты зданий, относящихся к этому типу, достаточно велики (примерная площадь 2000 м²), необходимы активные инвесторы и спонсоры для запуска проекта и выработки стратегии по его развитию и содержанию, то есть это прежде всего коммерческое предприятие, ориентированное на извлечение прибыли в результате производства и продажи продуктов питания. Однако стоит отметить, что здание-ферма имеет высокий потенциал взаимодействия с населением (привлечение потенциальных работников и покупателей продукции) и может стать местом притяжения для «спальных районов».

2. Городская ферма вдоль торцевого фасада

Особенность данного типа в том, что, в отличие от целого здания, городская ферма вдоль

торцевого фасада занимает лишь его часть (один из фасадов) и сосуществует с другими функциональными зонами объекта. Этот тип фермы располагается вдоль одного из фасадов здания и может напрямую сообщаться с другими помещениями строения или иметь независимую структуру, изолированный от общего доступа лестнично-лифтовой узел. Городская ферма вдоль торцевого фасада представляет собой систему помещений, расположенных вертикально друг над другом.

Такое решение имеет архитектурную ценность, дополняя пустующий фасад, способствуя приобщению к понятию «биооптимизм» [12]. Блоки городской фермы на торцах здания способны разнообразить монотонную застройку «спальных» районов и благоприятно воздействовать на психологическое состояние жителей. Вокруг пространства фермы возможна организация социальной активности и обучения для дальнейшего трудоустройства местного населения. Данный тип фермы позволяет сократить ее теплопотери, так как она примыкает к теплому контуру здания. Важно отметить, что ферма может быть изначально задумана и спроектирована как дополнение к существующему зданию.

Недостаток этого типа городской фермы — зависимость от ориентации фасада по сторонам света.

3. Городская ферма на крыше

Этот тип городской фермы отвечает вертикальному функциональному зонированию современных объектов мегаполиса, отводя максимально инсолируемые территории под выращивание свежей зелени.

Такая ферма может быть спроектирована изначально или надстроена на плоской кровле уже существующего здания. Это особенно актуально для сегодняшнего постсоветского пространства, так как существует жилищный фонд (например, типовые серии панельных зданий), который нуждается в переосмыслении. Такой тип фермы дает жильцам здания новое пространство для взаимодействия, приложения труда или проведения досуга.

4. Городская ферма во внутренних дворах

Система озеленения во дворах может быть схожа с фермой в отдельном здании, но существенно отличается от нее масштабами. Как пра-

Название	Схема городской фермы (обобщенная)	Трудоустройство (примерное количество рабочих мест)	Преимущества	Особенности	Площадь
Отдельное здание		Рабочие места и активность на районном уровне (трудоустройство пенсионеров) ≈ 40 человек	Возможность обучать население новой специальности; возможность обеспечить большее количество потребителей продукцией	Большие энергозатраты на обогрев; требуется бизнес-стратегия и инвестор для реализации такого крупномасштабного проекта	$\approx 2000 \text{ м}^2$
Модуль горизонтальный на плоской кровле		Рабочие места для жителей дома/двора ≈ 10 человек	Можно реализовать на существующем здании; получает максимум инсоляции	Система применима не ко всем типам кровли	$\approx 500 \text{ м}^2$
Вертикальный модуль вдоль торцевого фасада		Рабочие места для жителей дома/двора ≈ 10 человек	Меньше теплопотерь (блокируется с брандмауэром); нет необходимости в отдельном проекте, а значит, проще реализовать задумку (бонусная часть дома)	Может располагаться только на южной или восточной стороне здания	$\approx 400 \text{ м}^2$
Модуль вертикальный в коммуникационном блоке		Рабочие места для жителей дома/двора ≈ 10 человек	Облагораживает зону лестничной клетки видом растений; возможность «поэтажного» ухода (формирование добрососедства)	Может располагаться только на южной или восточной стороне здания; должна проектироваться изначально	$\approx 200 \text{ м}^2$
Модуль для внутреннего двора		Рабочие места для жителей дома/двора ≈ 10 человек или самостоятельная инициатива жильцов без трудоустройства	Может стать малой архитектурной формой в композиции двора; облагораживает дворовую территорию	Занимает место (требует более тщательного планирования при маленькой площади дворов)	$\approx 2-10 \text{ м}^2$
Модуль-полки в квартирах (индивидуальная ферма)		Модуль обслуживается самостоятельно по личной инициативе жильца. (не предполагает рабочие места)	Легко и быстро внедряется в существующую архитектуру; эстетически выгодная реализация домашнего	Без коммерческой реализации является нагрузкой на стоимость жилья	$\approx 5 \text{ м}^2$

Рис. 2. Систематизация видов городских ферм

вило, размеры определяются пространством, в котором планируется ее размещение. В данном случае речь идет о компактных дворовых территориях, где устройство фермы включает установку контейнеров с растениями. Масштабы фермы могут сильно варьироваться в зависимости от размеров контейнеров, их количества и плотности размещения растительных культур (эффективность возрастает при многоярусном размещении) [13].

5. Городская ферма в коммуникационном блоке

Подобная система выглядит как примыкающий или включенный в пространство лестничной клетки поэтажный блок со стеллажами растений на всю высоту здания. Примыкание фермы к лестничной клетке может осуществляться через стеклянное ограждение, что обеспечивает визуальную связь с растениями. Это помогает разнообразить лестничные пространства, что способствует повышению визуально-эстетического качества как экстерьерных, так и интерьерных решений [14, 15].

Стоит обратить внимание на то, что городская ферма в коммуникационном блоке должна быть заложена в проект на этапе его проработки, так как последующее включение такого блока в уже существующее здание будет существенно осложнено сложившейся структурой помещений. Также подобная схема внедрения городских ферм подразумевает их ориентацию на юг, юго-запад, юго-восток, восток либо использование дополнительного искусственного освещения, что увеличит энергозатраты.

6. Городская ферма на балконах или лоджиях

Внедрение городских ферм возможно и в пространство лоджий. Блоки с растениями могут быть как для индивидуального использования, так и для общего (на нескольких квартирах). В этом случае они могут располагаться в пространствах общего пользования.

Общие лоджии с фермами удобнее включать в здание на этапе проектирования. Они представляют собой пространства, примыкающие к наружным стенам, в которых установлены блоки городской фермы, доступные для всех жителей этажа в одной секции дома. Уход за огородом на общей лоджии осуществляется совместными усилиями жителей этажа.

Если же говорить об индивидуальном использовании фермы жителями в пространстве индивидуальных балконов, то при наличии 1–2, например, гидропонных грядок семья может получать овощи и цветы, стоимость которых не превысит розничные цены на эти товары на рынке [16]. Подобная ферма представляет собой систему стеллажей, которая занимает около 5 м² и обслуживается самостоятельно по личной инициативе жильцов.

Итак, можно выделить шесть основных схем формирования застройки с городскими фермами, которая в состоянии обеспечивать город ресурсами (рис. 2).

Городские фермы обеспечивают возможность повышения энергоэффективности и экологичности городов, поддержания их устойчивого развития, а также способствуют тому, чтобы архитектура соответствовала стандартам добровольной сертификации экологического строительства (СДС — это рейтинговые системы, представляющие собой перечень требований, необходимых к выполнению для достижения лучших показателей по энергоэффективности и экологичности зданий и сооружений). Применение систем вертикальных ферм возможно к пространствам любого масштаба: от градостроительного — создание отдельных зданий и комплексов на городской территории, до объектного, исходя из экономических и социальных предпосылок конкретной территории и задачи.

Библиографический список

1. Федоров О. П. «Экоустойчивая архитектура» как профессиональный термин в архитектурной деятельности // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6(59). С. 86–90.
2. Абакумова А. С., Зимина Ж. А., Арсланова Р. А., Курманалиева Р. И. Агротехнология выращивания индетерминантных томатов в фитотронно-тепличном комплексе // ТППП АПК. 2014. № 1. С. 18–21.
3. Иванов А., Пойминова В., Маркелова В., Ижикова Т. Аквапоника — технология сельского хозяйства будущего / Департамент агропромышленного комплекса Белгородской области ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК» // Теория и практика каталогизации и поиска библиотечных ресурсов : сборник информационных материалов. URL: <https://bitly.su/AnTn>

4. Тарасова Н. П., Зайцев В. А., Кузнецов В. А. Безотходные, чистые и зеленые технологии // Успехи в химии и химической технологии. 2014. Т. 28, № 4 (153). С. 19–22.

5. Иконописцева О. Г. Экоархитектура вертикальных ферм как новая типология агропромышленных зданий городского хозяйства будущего // Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2018. Т. 20, № 3 (60). С. 34–41.

6. Давлентова Х. Н. Автотранспорт как глобальный источник загрязнения атмосферного воздуха // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 4. С. 90.

7. Капелюк З. А., Алетдинова А. А. Вертикальное сельское хозяйство как новая концепция развития аграрного сектора // Вестник евразийской науки. 2017. Т. 9, № 6 (43). С. 52.

8. Кунаев В. В. Разработка и применение гидропонных установок // Вестник НГИЭИ. 2011. Т. 2, № 6 (7).

9. Терентьева Е. В., Ткаченко О. В. Аэропонный способ получения мини-клубней картофеля // Известия ТСХА. 2017. № 1. С. 75–84.

10. Балашова И. Т., Сирота С. М., Козарь Е. Г., Пинчук Е. В. Технологии будущего в овощеводстве защищенного грунта: многоярусная узкостеллажная // Вестник ОрелГАУ. 2017. № 3 (66). С. 71–74.

11. Котова Е. В. Биопозитивность зданий и агрофитомелиорация как современные тенденции в архитектуре // Материалы Молодежного научного форума: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам III междунар. студ. науч.-практ. конф. (22 мая 2013 г.) / Международный Центр Науки и Образования. 2013. № 3 (3). С. 18–26.

12. Листова А. И., Нуммур И. П. Об использовании легких металлических конструкции для реконструкции пятиэтажных домов // Вісник ПДАБА. 2008. № 8 (127). С. 4–9.

13. Мубаракишина Ф. Д. К проблеме создания зон экологического комфорта в условиях уплотненной застройки мегаполисов // Известия КазГАСУ. 2013. № 3 (25). С. 28–33.

14. Морозова Е. Е., Федорова О. А., Золотухина О. А. Образовательный потенциал проекта «Мир комнатных растений» // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2011. Т. 104, № 12. С. 168–172.

15. Бентли М. Промышленная гидропоника / предисл. и ред. В. Н. Былова, пер. с англ. Т. Л. Чебановой. М.: Колос, 1965. 376 с.

16. Федоров О. П. Методика прогнозирования тенденций развития экоустойчивой архитектуры на основе анализа международных систем экологической сертификации в архитектуре // Фундаменталь-

ные исследования : Электронный научный журнал. 2016. № 11. С. 90–95.

References

1. Fedorov O. P. «*Ekoustoychivaya arkhitektura*» kak professional'nyy termin v arkhitekturnoy deyatel'nosti [“Eco-sustainable architecture” as a professional term in architectural activity]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 6(59), pp. 86–90.

2. Abakumova A. S., Zimina Zh. A., Arslanova R. A., Kurmanalieva R. I. *Agrotekhnologiya vyrashchivaniya indeterminantnykh tomatov v fitotronno-teplichnom komplekse* [Agrotechnology of growing indeterminate tomatoes in the phytotron-greenhouse complex]. *TPPP – Technologies of the food and processing industry*, 2014, no. 1, pp. 18–21.

3. Ivanov A., Poyminova V., Markelova V., Izhikova T. *Akvaponika — tekhnologiya sel'skogo khozyaystva budushchego* [Aquaponics as a technology of agriculture of the future]. *Departament agropromyshlennogo kompleksa Belgorodskoy oblasti OGAU «Innovatsionno-konsul'tatsionnyy tsentr APK»* [Department of agro-industrial complex of the Belgorod region OGAU «Innovation and consulting center of agriculture»]. *Teoriya i praktika katalogizatsii i poiska biblioteknykh resursov: Sbornik informatsionnykh materialov* [Theory and practice of cataloging and searching library resources: Collection of information materials]. Available at: <https://bitly.ru/AnTn>

4. Tarasova N. P., Zaytsev V. A., Kuznetsov V. A. *Bezotkhodnye, chistye i zelenye tekhnologii* [Waste-free, clean and green technologies]. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii – Advances in chemistry and chemical technology*, 2014, vol. 28, no. 4 (153), pp. 19–22.

5. Ikonopistseva O. G. *Ekoarkhitektura vertikal'nykh ferm kak novaya tipologiya agropromyshlennykh zdaniy gorodskogo khozyaystva budushchego* [Eco-architecture of vertical farms as a new typology of agricultural buildings of municipal economy of the future]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. Sotsial'nye, humanitarnye, mediko-biologicheskie nauki – Proc. of the Samara scientific center of RAS. Social, humanitarian, medical and biological science*, 2018, vol. 20, no. 3 (60), pp. 34–41.

6. Davlentova Kh. N. *Avtotransport kak global'nyy istochnik zagryazneniya atmosfernogo vozdukha* [Transport as a global source of atmospheric air pollution]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii – Modern science-intensive technologies*, 2005, no. 4, p. 90.

7. Kapelyuk Z. A., Aletdinova A. A. *Vertikal'noe sel'skoe khozyaystvo kak novaya kontseptsiya razvitiya agrarnogo sektora* [Vertical agriculture as a new concept of the agricultural sector development]. *Vestnik evraziyskoy*

nauki – Bulletin of Eurasian science, 2017, vol. 9, no. 6 (43), p. 52.

8. Kupaev V. V. *Razrabotka i primeneniye gidroponnykh ustanovok* [Development and application of hydroponic plants]. *Vestnik NGIEI – Bulletin of NGIEI*, 2011, Vol. 2, no. 6 (7).

9. Terent'eva E. V., Tkachenko O. V. *Aeroponniy sposob polucheniya mini-klubney kartofelya* [Aeroponic method for obtaining mini-tubers of potatoes]. *Izvestiya TSKhA – Bulletin of TSKhA*, 2017, no. 1, pp. 75–84.

10. Balashova I. T., Sirota S. M., Kozar' E. G., Pinchuk E. V. *Tekhnologii budushchego v ovoshchevodstve zashchishchennogo grunta: mnogoyarusnaya uzkostellazhnaya* [Technologies of the future in vegetable growing of protected soil: multi-tiered narrow-walled]. *Vestnik OrelGAU – Bulletin of Oryol state agrarian university*, 2017, no. 3 (66), pp. 71–74.

11. Kotova E. V. *Biopozitivnost' zdaniy i arkhofitomelioratsiya kak sovremennyye tendentsii v arkhitekture* [Biopositivity of buildings and archophytomelioration as modern trends in architecture]. *Trudy III mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. (22 maya 2013 g.) «Tekhnicheskie i matematicheskie nauki»* [Proc. of the 3-rd Int. sci. – pract. conf. “Technical and mathematical sciences” May 22, 2013]. International Center for Science and Education Publ., 2013, no. 3 (3), pp. 18–26.

12. Listova A. I., Nummur I. P. *Ob ispol'zovanii legkikh metallicheskih konstruksii dlya rekonstruksii pyatietazhnykh domov* [About using light metal structures for the reconstruction of five-story buildings]. *Visnik*

PDABA – Bulletin of the Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 2008, no. 8 (127), pp. 4–9.

13. Mubarakshina F. D. *K probleme sozdaniya zon ekologicheskogo komforta v usloviyakh uplotnennoy zastroyki megapolisov* [On the problem of creating zones of ecological comfort in conditions of compacted urban development of megalopolises]. *Izvestiya KazGASU – Bulletin of KazGASU*, 2013, no. 3 (25), pp. 28–33.

14. Morozova E. E., Fedorova O. A., Zolotukhina O. A. *Obrazovatel'niy potentsial proekta «Mir komnatnykh rasteniy»* [Educational potential of the project “World of indoor plants”]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki – Bulletin of the Tambov University. Series: Humanitarian Sciences*, 2011, vol. 104, no. 12, pp. 168–172.

15. Bentli M. *Promyshlennaya gidroponika* [Industrial hydroponics]. Intr. and ed. by Bylov V. N., transl. from English by Chebanova T. L. Moscow, Kolos Publ., 1965, 376 p.

16. Fedorov O. P. *Metodika prognozirovaniya tendentsiy razvitiya ekoustoychivoy arkhitektury na osnove analiza mezhdunarodnykh sistem ekologicheskoy sertifikatsii v arkhitekture* [Method of forecasting trends in the development of eco-sustainable architecture based on the analysis of international systems of environmental certification in architecture]. *Fundamental'nye issledovaniya: Elektronniy nauchniy zhurnal – Fundamental research: Electronic scientific journal*, 2016, no. 11, pp. 90–95.