




Использование теплового насоса для отопления городской персональной фермы

Екатерина А. Порутчикова	¹	kyseldyk@ya.ru	 0000-0002-1324-9492
Ольга Ю. Заборская	²	o_zh92@mail.ru	 0000-0003-3206-3033
Артем Ф. Порутчиков	³	porutchikov.artem@gmail.com	 0000-0003-1418-0973

1 Школа № 1359 имени авиаконструктора М.Л. Миля, Пронская ул., 4/1, Москва, 109145, Россия




2 ООО «Бигор Биотехнолоджис», ул. Нижняя Красносельская, дом 40/12, корп. 10, Москва, 105066, Россия

3 Московский Политех, Большая Семеновская ул., 38, Москва, 107023, Россия

Аннотация. Несмотря на высокую урбанизацию в мире, на уровне 55% в Европе и США, все еще сохраняется культура домашнего садоводства в городах, как в декоративных целях, так и для выращивания культур для употребления в домохозяйстве. Данной традиции благоприятствует распространенность малоэтажной застройки, доля которой, в США составляет 92%, в Европе 80%, в России только 52%. Из-за отсутствия доступа к земле жителям России необходимы новые подходы к растениеводству, которые позволяют иметь доступ к свежим овощам у себя дома, такими способами могут стать аэро и гидропонные установки, позволяющие выращивать растения без почвы, причем такие установки легко поддаются глубокой автоматизации. В связи со спецификой жилого фонда в городах России, оптимальным местом для установки персональных ферм был определен балкон или лоджия. Балкон или лоджия являются неотапливаемыми помещениями квартиры, перепланировка с присоединением балкона или лоджии к комнате или перенос приборов отопления запрещены, поэтому, для организации оптимальных условий для растительных культур, вместе с утеплением необходимо отопление данного помещения. Расчеты показали, что для поддержания необходимой температуры на утепленном балконе многоквартирного дома в г. Москве потребуется 7488 МДж тепловой энергии за весь отопительный период. Стоимость расходов на электроэнергию за год, при использовании теплового насоса, можно сократить более, чем на 35% по сравнению с электрическим нагревом, причем в сумме затрат на теплоснабжение с помощью теплового насоса учтено также и энергопотребление при кондиционировании, что позволяет создавать более благоприятные температурные условия летом.

Ключевые слова: сити-ферма, персональная ферма, низкопотенциальная энергетика, кондиционирование, тепловой насос, электрическое отопление, энергосбережение

Energy saving in a urban farm with a heat pump

Ekaterina A. Porutchikova	¹	kyseldyk@ya.ru	 0000-0002-1324-9492
Olga Yu. Zaborskaya	²	o_zh92@mail.ru	 0000-0003-3206-3033
Artem F. Porutchikov	³	porutchikov.artem@gmail.com	 0000-0003-1418-0973

1 Public school № 1359 by aircraft designer M.L. Mil, Pronskaya Av, 4-1, Moscow, 109145, Russia

2 Moscow Polytechnic University, Bolshaya Semenovskaya Av., 38, Moscow, 107023, Russia

Abstract. Despite the high urbanization in the world, at the level of 55% in Europe and the USA, there is still a culture of home gardening in cities, both for decorative purposes and for growing crops for consumption in the household. This tradition is favored by the prevalence of low-rise buildings, whose share in the USA is 92%, in Europe 80%, in Russia only 52%. Due to the lack of access to land, the inhabitants of Russia need new approaches to crop production, which will allow access to fresh vegetables at home, such methods can be aero and hydroponic plants that allow growing plants without soil, and these plants can be easily automated. Due to the specifics of the housing stock in Russian cities, a balcony or a loggia was determined as the best place for installing personal farms. The balcony or loggia are unheated rooms of the apartment, redevelopment with the balcony or loggia attached to the room or the transfer of heating devices is prohibited, therefore, to arrange optimal conditions for plants, along with warming, this room must be heated. Calculations showed that to maintain the required temperature on the insulated The balcony of an apartment building in Moscow will require 7488 MJ of thermal energy for the entire heating period. The cost of electricity costs per year, when using a heat pump, can be reduced by more than 35% compared to electric heating, and the energy consumption during conditioning is also taken into account in the total cost of heat supply using a heat pump, which allows you to create more favorable temperature conditions in summer.

Keywords: city farm, personal farm, low potential energy, air conditioning, heat pump, electric heating, energy saving

Введение

Сегодня, несмотря на высокую урбанизацию в мире, которая достигла более 55% [1, 2], все еще существует культура персонального

садоводства. Если раньше приусадебный участок служил для обеспечения домохозяйства продовольствием, то сегодня акцент смещается в сторону полезного питания и декоративного садоводства [3].

Для цитирования

Порутчикова Е.А., Заборская О.Ю., Порутчиков А.Ф. Использование теплового насоса для отопления городской персональной фермы // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 2. С. 36-41. doi:10.20914/2310-1202-2020-2-36-41

For citation

Porutchikova E.A., Zaborskaya O.Yu., Porutchikov. A.F. Energy saving in a urban farm with a heat pump. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 36-41. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-2-36-41

В таких регионах, как Южная Франция распространено выращивание на участке оливок и винного винограда, в Исландии можно встретить даже мелкое животноводство, где сити-фермерство поддерживается государством. Отдельной категорией, являются образовательные проекты, которые могут быть, как при школах, так и в самостоятельных организациях кружкового плана. В США очень популярно садоводство, как декоративное, так и овощеводство для удовлетворения нужд домохозяйства [4, 5].

Ключевое влияние на популярность садоводства имеет плотность населения в городе, которая в наиболее густо населенных городах составляет от 200 до 20000 чел./км² и этажность жилищного фонда в городе. Тогда, как в США 92% всего жилищного фонда состоит из малоэтажных домов, в Европе порядка 80% [6], в России эта цифра составляет только 52% [7]. Это означает, что большая часть населения в России не имеет собственного участка земли, частично это компенсируется наличием летнего дома с приусадебным участком, который имеют 42% городских жителей. [8,9] Летние дома, которыми владеют жители крупных городов, часто, не приспособлены для круглогодичного проживания, и посещаются только летом, поэтому домовладельцы лишены возможности получения продуктов садоводства круглый год, помимо прочего оборудование и эксплуатация тепличного комплекса на даче зимой, сопряжено с большими финансовыми затратами.

Обеспечить городским жителям возможность иметь собственный сад можно с помощью, так называемых, персональных или сити-ферм, которые представляют из себя устройства для выращивания различным и способами. Устройства могут быть, как интегрируемыми в помещение, так и мобильными [7]. Основная проблема заключается в размещении такого устройства в современном городском жилище, в России обеспеченность жильем на 2015 год составляет 24 м²/чел. [8,10], с учетом нежилых помещений. Размещать ферму в жилых комнатах невозможно из-за создаваемого шумового и светового загрязнения, хотя вторую проблему можно решить при использовании водозащитного кожуха. Из нежилых помещений остаются санузел, кухня и балкон или лоджия. Распределение жилья в многоквартирных домах по годам постройки, приведено на рисунке 1.

Более 81% многоквартирных домов было построено в период с 1946 по 1995 годы, причем более 12% из них это пятиэтажные дома, остальные многоэтажные панельные дома с этажностью от 9 до 25 этажей (серия П-44).

В обозначенном жилом фонде санузлы имеют минимальные размеры, площади помещений кухни колеблются от 6 до 13 м² (серия П-44Т), но в основной массе не более 10 м².

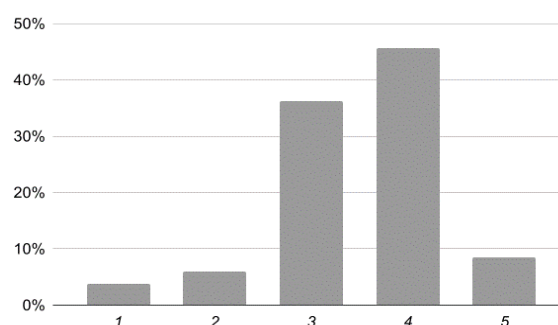


Рисунок 1. Распределение многоквартирного жилья в России по годам постройки (по состоянию на 2015 г.): 1 – до 1930 г.; 2 – с 1921 по 1945 гг.; 3 – 1946–1970 гг.; 4–1971–1995 гг.; 5 – после 1995 г.

Figure 1. Distribution of high-rise houses in Russia by years of construction (2015 y.): 1 – before 1930 y.; 2 – from 1921 to 1945 y.; 3 – from 1946 to 1970 y.; 4 – from 1971 to 1995 y.; 5 – after 1995 y

Из приведенных данных можно сделать вывод, размещение персональной фермы в многоэтажном жилом фонде, наиболее распространено, в городах России целесообразно только при наличии балкона или лоджии. На рисунке 2 изображена планировка балкона трехкомнатной квартиры в доме серии П-44, которая распространена в городах: Москва, Нижневартовск, Тьнда, Ярославль, Александров, Иваново, Петрозаводск, Орел, Ростов-на-Дону, Уфа, Нефтеюганск, Кривой Рог.

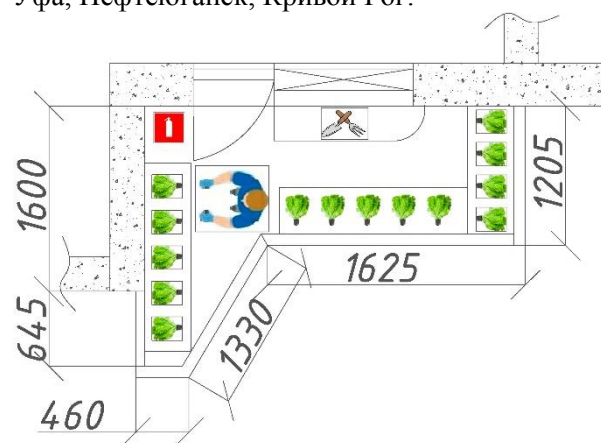


Рисунок 2. Планировка балкона трехкомнатной квартиры многоквартирного дома серии П-44 со стеллажами для выращивания культур гидропонным способом

Figure 2. Planing of the balcony in P-44 series apartment building with the hydroponic method farm

Балкон или лоджия, является неотапливаемым помещением и находится за пределами теплового контура здания (не отделен теплоизолирующими конструкциями от окружающей среды).

Для осуществления круглогодичного выращивания культур на балконе или лоджии необходимо обеспечить температурный режим, для этого необходимо утепление ограждающих конструкций и организация отопления.

Утепление балкона не относится к перепланировке, поскольку не меняется конфигурация помещений и не затрагиваются несущие конструкции здания. Допускаемая нагрузка на балконную плиту составляет 200 кг/м² при площади 4 м² суммарная допускаемая нагрузка на балкон будет равняться 800 кг. Приборы отопления запрещается переносить за периметр теплового контура здания. Поскольку переоборудование определяется, как вмешательство в инженерные сети и коммуникации, требующее внесения изменений в технический паспорт помещения, то вывод на балкон электрического кабеля, для подключения электрических отопительных приборов не является таковым.

Для оценки затрат на отопление лоджии, расположенной в многоквартирном доме в г. Москве с помощью электрических нагревателей, в течение года, в качестве расчетной примем среднемесячную температуру, для данного региона (рисунок 3). В расчетах принимаем, что верхняя и нижняя лоджия не утеплены.

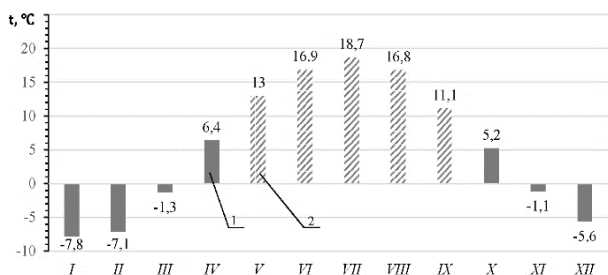


Рисунок 3. Среднемесячная температура окружающей среды в г. Москва: 1 – Месяца отопительного периода, 2 – Месяца теплого периода, I–XII – месяца года

Figure 3. The average monthly ambient temperature in Moscow: 1 – Months of the heating period, 2 – Months of the warm period, I–XII – months of the year

В расчетах в отопительный период включаем месяца со средней температурой ниже 8 °С. Расчетную температуру воздуха в помещении выбираем с точки зрения наиболее оптимальной для культур, планируемых к выращиванию и комфортных для человека, поскольку лоджия должна, также, выполнять свое прямое назначение. Температура в жилой комнате в холодный период года должна составлять 18 °С. Оптимальные температуры выращивания для различных культур приведены на рисунке 4.

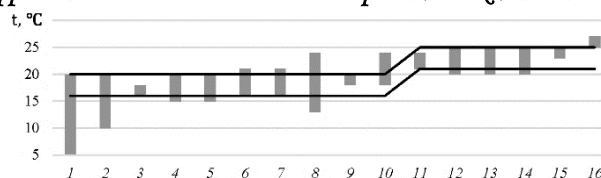


Рисунок 4. Диапазоны оптимальных температур для различных культур: 1 – Щавель; 2 – Салат Лолло Росса; 3 – Кресс-салат; 4 – Пекинская капуста; 5 – Редис; 6 – Салат Батавия; 7 – Салат Латук; 8 – Морковь; 9 – Зеленый лук; 10 – Клубника; 11 – Огурцы; 12 – Мята; 13 – Базилик; 14 – Салат Айсберг; 15 – Помидоры; 16 – Перец острый

Figure 4. Ranges of optimal temperatures for various plants: 1 – Sorrel; 2 – Lollo Ross Salad; 3 – Watercress; 4 – Pekin cabbage; 5 – Radish; 6 – Batavia salad; 7 – Lettuce; 8 – Carrot; 9 – Chives; 10 – Strawberry; 11 – Cucumbers; 12 – Mint; 13 – Basil; 14 – Iceberg Salad; 15 – Tomatoes; 16 – Spicy pepper

Методы

Основные факторы, которые необходимо учитывать, при расчете теплового баланса помещения: теплопередача через ограждающие конструкции, теплотери от вентиляции, поступление тепла от солнечного излучения [10].

Тепловой поток через ограждающие конструкции (1):

$$Q_{опр} = \sum \frac{F_s}{R_s} \times \Delta t, \quad (1)$$

где $Q_{опр}$ – тепловой поток, Вт.; индекс F_s – площадь элемента конструкции; R_s – термическое сопротивление элемента конструкции (2); Δt – температурный напор.

$$R_s = \frac{1}{\alpha_{нар}} + \sum R_{сл} + \frac{1}{\alpha_{вн}}, \quad (2)$$

где R_s – термическое сопротивление, °С×м²/Вт; $\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи, Вт/°С×м; нар – с наружной стороны; вн – с внутренней стороны; $R_{сл}$ – термическое сопротивление элемента конструкции (3).

$$R_{сл} = \frac{\delta_{сл}}{\lambda_{сл}}, \quad (3)$$

где $R_{сл}$ – термическое сопротивление слоя, °С×м²/Вт; $\delta_{сл}$ – толщина слоя, м; $\lambda_{сл}$ – коэффициент теплопроводности слоя, Вт/°С×м.

Теплотери с приточным воздухом (4):

$$Q_{вент} = V_b \times \rho_b \times C_p \times \Delta t, \quad (4)$$

где $Q_{вент}$ – теплотери с вентиляцией, Вт; V_b – расход воздуха, м³/с; ρ_b – плотность воздуха, кг/м³; C_p – теплоемкость воздуха, Дж/кг×К; Δt – температурный напор, К.

Тепловой поток от солнечного излучения (5):

$$Q_n = (q_{np} a_n + q_{nr}) F_n, \quad (5)$$

где Q_n – тепловой поток от излучения, Вт; q_{np} – удельный тепловой поток от солнечной радиации, $Вт/м^2$; a_n – коэффициент ассимиляции теплопоступлений конструкциями; F_n – площадь светопрозрачной конструкции, $м^2$.

Удельный тепловой поток от солнечной радиации для вертикального заполнения световых проемов (6):

$$q_{np} = q_{cp} k_{омн} \tau_2, \quad (6)$$

где q_{cp} – тепловой поток от солнечной радиации, $Вт/м^2$; $k_{омн}$ – коэффициент инсоляции для вертикального заполнения световых проемов (в расчете принимаем 1, затенение проемов отсутствует); τ_2 – коэффициент, учитывающий затенение световых проемов конструкциями окна.

Тепловой поток от теплопередачи через заполнения световых проемов (7):

$$q_{nr} = \frac{t_{н.усл} - t_n}{R_{ст}}, \quad (7)$$

где q_{nr} – тепловой поток, $Вт/м^2$; $t_{н.усл}$ – условная температура наружной среды (8), $^{\circ}C$; t_n – температура наружного воздуха, $^{\circ}C$; $R_{ст}$ – термическое сопротивление заполнения светового проема, $^{\circ}C \times м^2 / Вт$.

Условная температура наружной среды (8):

$$t_{н.усл} = t_{нар} + 0,5 A_{тн} \frac{q_{cp}}{\alpha_{нар}^b} \rho_u \tau_2, \quad (8)$$

где $A_{тн}$ – суточная амплитуда температуры наружного воздуха, $^{\circ}C$; ρ_u – коэффициент поглощения заполнением светового проема солнечной радиации; $\alpha_{нар}^b$ – коэффициент теплоотдачи вертикального заполнения световых проемов, $Вт/^{\circ}C \times м^2$.

Количество израсходованного тепла за отопительный период составит 7486 МДж, а суммарные годовые затраты на электрическое отопление составят 9672 р.

Тепловой насос, работая по термодинамическому циклу парокомпрессионной холодильной машины, имея электрический привод позволяет осуществлять нагревание воздуха в помещении в холодный период года и охлаждение в теплый период года. Причем осуществляется перенос тепла из окружающей среды и обратно, за счет чего достигается экономия электроэнергии.

Эффективность применения теплового насоса зависит от отношения температур источника низкой температуры ИНТ (откуда забирается тепло), в нашем случае это воздух окружающей среды и источника высокой температуры ИВТ (куда перемещается тепло), в нашем случае это воздух отапливаемого помещения.

Эффект от применения теплового насоса и его целесообразность показывает коэффициент преобразования μ , выражение (9)

$$\mu = \frac{q_k}{l_s}, \quad (9)$$

где q_k – удельная теплота конденсации (тепло отдаваемое в отапливаемое помещение), $кДж/кг$; l_s – удельная работа, затрачиваемая на приведение в действие теплового насоса, $кДж/кг$.

На рисунке 5 представлен график зависимости коэффициента преобразования теплового насоса, работающего на хладагенте фреоне R410А, от отношения температур в отапливаемом помещении и на улице, при температуре в помещении 20 $^{\circ}C$. При вычислении коэффициента преобразования учитывалась эффективность процесса сжатия в компрессоре.

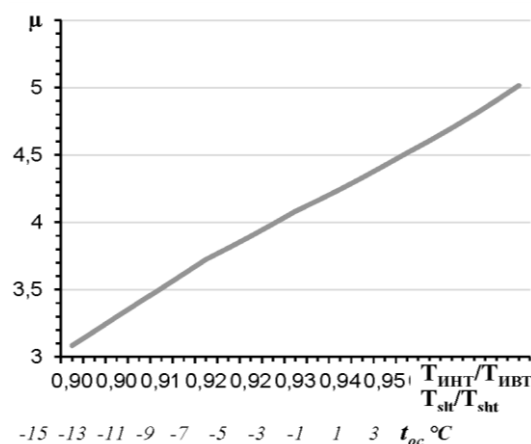


Рисунок 5. График зависимости коэффициента преобразования от отношения температур ИНТ/ИВТ: t_{oc} – температура окружающей среды, $^{\circ}C$; I–XII – месяца года

Figure 5. The dependence of the conversion coefficient on the temperature ratio INT/ICT: t_a – ambient temperature, $^{\circ}C$; I–XII – months of the year

Результаты

С учетом изменяющейся температуры окружающей среды (рисунок б), были произведены расчеты тепловых потоков в помещение городской персональной фермы несмотря на более низкую среднемесячную температуру, чем температура, поддерживаемая в помещении в летний период, большую роль, начинают играть теплопоступления от солнечной радиации и тепловой баланс становится положительным.

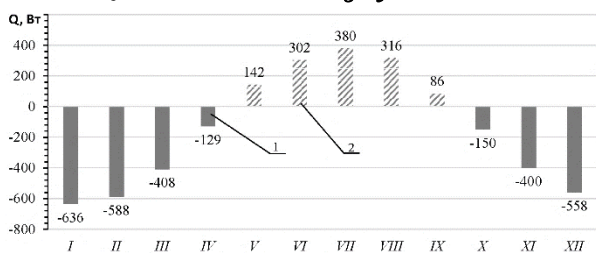


Рисунок 6. Усредненные по месяцам теплопотери помещения фермы: 1 – месяца отопительного периода; 2 – месяца теплого периода; I–XII – месяца года

Figure 6. Monthly average heat losses: 1 – months of the heating period; 2 – months of the warm period; I–XII – months of the year

На рисунке 7 приведена среднемесячная стоимость расходов на электроэнергию при использовании электрического отопления в помещении фермы. При этом кондиционирование в летний период не производится.

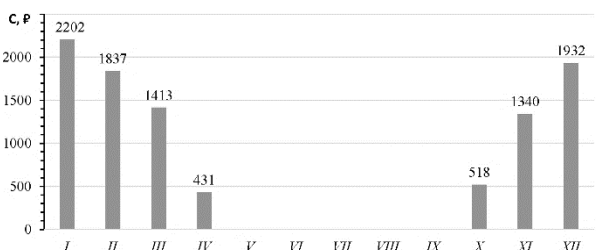


Рисунок 7. Усредненная по месяцам стоимость отопления балкона при использовании электронагревателей, при однотарифной системе учета: I–XII – месяца года

Figure 7. Monthly average cost of heating a balcony when using electric heaters, with a single rate metering system: I–XII – months of the year

Поскольку реверсивный тепловой насос обратим, его также можно использовать в качестве кондиционера, что позволит создать более комфортные условия для культур и человека в помещении фермы. На рисунке 8 приведен график затрат на отопление и кондиционирование по месяцам, при использовании реверсивного теплового насоса.

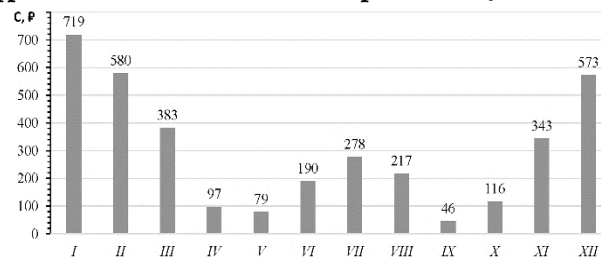


Рисунок 8. Усредненная по месяцам стоимость отопления и кондиционирования балкона при использовании обратимого теплового насоса, при однотарифной системе учета

Figure 8. Monthly average cost of heating and air conditioning of a balcony when using a reversible heat pump, with a single rate metering system.

Обсуждение

При сравнении стоимости теплоснабжения с помощью электрических нагревателей и теплового насоса экономия пропорциональна коэффициенту преобразования и составляет от 60 до 70% каждый месяц, в зависимости от температуры окружающей среды. Суммарная экономия за год составит 6257 р. или 62%, причем в сумму затрат, при отоплении тепловым насосом включены затраты на кондиционирование в теплый период.

Заключение

Создание домашней персональной растениеводческой фермы возможно в многоквартирном жилье противоречит законодательству в этой сфере.

Использование обратимого теплового насоса в г. Москва, для теплоснабжения и кондиционирования оправданно, это позволит избежать незаконных переоборудований и добиться сокращения затрат на создание благоприятных условий на балконе или лоджии, что позволит организовать там полноценную сити-ферму.

Благодарности

Разработка выполняется при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям по программе УМНИК в рамках научного проекта № 14724ГУ/2019 от 30.06.2019 г.

Литература

- 1 Соколов А.А., Руднева О.С. Современная урбанистическая структура России и ее пространственная дифференциация // Народонаселение. 2018. № 3. doi: 10.26653/1561-7785-2018-21-3-11
- 2 Desa U.N. World Population Prospects: The 2008 Revision. 2010. URL: <http://esa.un.org/unpp>
- 3 Lohrberg F. et al. Urban agriculture europe. Jovis, 2016.
- 4 Kopyawattage K.P.P., Warner L., Roberts T.G. Understanding Urban Food Producers' Intention to Continue Farming in Urban Settings // Urban Agriculture & Regional Food Systems. 2019. V. 4. № 1.
- 5 Saha M., Eckelman M.J. Growing fresh fruits and vegetables in an urban landscape: A geospatial assessment of ground level and rooftop urban agriculture potential in Boston, USA // Landscape and Urban Planning. 2017. V. 165. P. 130–141.
- 6 Бондаренко Е.Ю., Иваненко Л.В. Зарубежный опыт организации малоэтажного строительства // Основы экономики, управления и права. 2013. № 2 (8).
- 7 Min B., Park S.J. A smart indoor gardening system using IoT technology // Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing. 2017. P. 683–687. doi: 10.1007/978-981-10-7605-3_110

8 Orsini F. et al. Use of HORTIVAR for retrieving information: potentialities for the urban gardener // XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes. 2014. V. 1108. P. 145–150. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1108.18

9 Киевский Л.В., Хоркина Ж.А. Реализация приоритетов градостроительной политики для сбалансированного развития Москвы // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 8. С. 54–57.

10 Малявина Е.Г., Фролова А.А. Влияние теплоступлений в помещение от солнечной радиации на уровень энергетически целесообразной теплозащиты здания // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8. С. 56–66.

References

1 Sokolov A.A., Rudneva O.S. Contemporary urban structure of Russia and its spatial differentiation. Population. 2018. no. 3. doi: 10.26653/1561-7785–2018–21–3–11 (in Russian).

2 Desa U.N. World Population Prospects: The 2008 Revision. 2010. Available at: <http://esa.un.org/unpp>

3 Lohrberg F. et al. Urban agriculture europe. Jovis, 2016.

4 Kopyawattage K.P.P., Warner L., Roberts T.G. Understanding Urban Food Producers' Intention to Continue Farming in Urban Settings. Urban Agriculture & Regional Food Systems. 2019. vol. 4. no. 1.

5 Saha M., Eckelman M.J. Growing fresh fruits and vegetables in an urban landscape: A geospatial assessment of ground level and rooftop urban agriculture potential in Boston, USA. Landscape and Urban Planning. 2017. vol. 165. pp. 130–141.

6 Bondarenko E.Yu., Ivanenko L.V. Foreign experience in organizing low-rise construction. Fundamentals of Economics, Management and Law. 2013. no. 2 (8). (in Russian).

7 Min B., Park S.J. A smart indoor gardening system using IoT technology. Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing. 2017. pp. 683–687. doi: 10.1007/978–981–10–7605–3_110

8 Orsini F. et al. Use of HORTIVAR for retrieving information: potentialities for the urban gardener. XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes. 2014. vol. 1108. pp. 145–150. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1108.18

9 Kievsky L.V., Khorkina Zh.A. Implementation of the priorities of urban development policy for the balanced development of Moscow. Industrial and Civil Engineering. 2013. no. 8. pp. 54–57. (in Russian).

10 Malyavina E.G., Frolova A.A. Influence of heat input into the room from solar radiation on the level of energy-efficient thermal protection of a building. News of Higher Education Institutions. Building. 2019. no. 8. pp. 56–66. (in Russian).

Сведения об авторах

Екатерина А. Порутчикова воспитатель, Школа № 1359 имени авиаконструктора М.И. Миля, Пронская улица, дом 4, корпус 1, Москва, 109145, Россия, kyseldyk@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1324-9492>

Ольга Ю. Заборская инженер-технолог, ООО «Бигор Биотехнолоджис», ул. Нижняя Красносельская, дом 40/12, корп. 10, Москва, 105066, Россия, o_zh92@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3206-3033>

Артем Ф. Порутчиков преподаватель, Центр проектной деятельности, ул. Большая Семеновская, д. 38, Москва, 107023, Россия, porutchikov.artem@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1418-0973>

Information about authors

Ekaterina A. Porutchikova educator, Public school № 1359 by aircraft designer M.L. Mil, Pronskaya Av., 4-1, Moscow, 109145, Russia, kyseldyk@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1324-9492>

Olga Yu. Zaborskaya process engineer, LLC «Bigor Technologies», Nignaya Krasnoselskaya Av., 40/12-10, Moscow, 105066, Russia, o_zh92@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3206-3033>

Artem F. Porutchikov lecturer, Moscow polytechnical university, Bolshaya Semenovskaya Av., 38, Moscow, 107023, Russia, porutchikov.artem@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1418-0973>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 28/04/2020	После редакции 07/05/2020	Принята в печать 15/05/2020
Received 28/04/2020	Accepted in revised 07/05/2020	Accepted 15/05/2020