

УДК 72.01:[502.22+721] (Теория, философия, эстетика архитектуры. Техносфера. Культурносфера. Искусственно созданная среда. Здания вообще. Проектирование. Планирование. Дизайн. Части зданий, предназначенные для определенных целей. Помещения)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭСТЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ЗЕЛЁНЫХ КРЫШ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

© 2019 И.В. Жданова, А.А. Кузнецова, Е.Д. Дорофеева

Ирина Викторовна Жданова, кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий». E-mail: [zdanovairina@mail.ru](mailto:zdanovairina@mail.ru)

Анна Андреевна Кузнецова, кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий». E-mail: [amore\\_86@mail.ru](mailto:amore_86@mail.ru)

Елизавета Денисовна Дорофеева, бакалавр архитектуры, магистрант 1 года обучения кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий». E-mail: [lizadorofeeva20@gmail.com](mailto:lizadorofeeva20@gmail.com)

Самарский государственный технический университет. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 21.12.2018

*Целью данной работы* является исследование современных решений по проблемам энергосбережения и загрязнения окружающей среды с помощью озеленения в жилых зданиях, расположенных в умеренном климатическом поясе или по погодным условиям близким к умеренному климату. Рассмотрены популярные элементы экологического строительства – зелёные крыши и вертикальное озеленение в жилых зданиях, повышающие эстетическое восприятие. *Выявлены преимущества зелёной кровли*, изучены экстенсивные и интенсивные типы кровли и виды используемых растений. Также рассмотрено понятие вертикального озеленения, и применяемые конструкции (подвесные системы, модульные решётки, сетка из металлических тросов). *Примеры зарубежных жилых домов с использованием вертикального озеленения* подтверждают развитие данного вида озеленения как уникальной единицы, способной создавать новые эстетические пространства благоприятной для человека городской среды даже в условиях холодного климата. *Сделан вывод* об актуальности использования зелёных кровель и вертикального озеленения как инновационной технологии, которая изменяет комфорт проживания в урбанизированном городе в условиях плотной городской застройки, повышает рекреационную и эстетическую привлекательность городской среды, улучшает её качественные показатели и благотворно сказывается на здоровье человека. Ключевые слова: зелёные крыши, вертикальное озеленение, жилой дом, энергосбережение, плотная застройка.

*Введение.* В связи с индустриализацией общества, а именно, ростом городов и численности населения, увеличением вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, развитием всех видов транспорта и т.д., особо обострилась проблема энергосбережения и загрязнения окружающей среды. Увеличение численности населения в городах приводит к уплотнению застройки, что сказывается на комфорте проживания людей [1 – 5]. Одним из рациональных способов решения проблемы загрязнения окружающей среды и экономии энергии является озеленение. Поскольку в урбанизированном городе озеленённые площади резко сокращаются, это заставляет искать новые альтернативные пути озеленения территорий, благодаря которым можно снизить уровень загрязнения воздуха, регулировать газовый и пылевой состав, а также положительно влиять на энергоэффективность и эстетичность окружающей среды [6; 7].

Именно современные технологии создания и восстановления зелёной среды, могут изменить экологическую ситуацию. Компенсировать отсутствие зелени в городах способны, например, насаждения на крышах жилых домов, а также вертикальное озеленение [8; 9]. В настоящее время эти виды озеленения становятся всё более популярным элементом экологического строительства.

Поэтому, предметом исследования в данной статье стали приёмы озеленения жилых домов, которые определяются особенностями климатических условий, а также методы повышения энергоэффективности жилых зданий.

Озеленённые кровли начали применять ещё в далёкой древности, а в странах Скандинавии была традиция покрывать крыши своих домов травяным покровом из дёрна. Устройство зелёной кровли обладает следующими преимуществами. Во-первых, зимой «зелёная крыша» выступает в роли теплоизоляции, не позволяя промерзнуть конструкциям потолка благодаря наличию до-

полнительных слоёв. Во-вторых, крыши в летний период времени могут нагреваться до 50°C, а наличие растительности способствует снижению температуры до 30°C, таким образом, уменьшается температура и в помещениях. В-третьих, зелёная кровля обладает хорошей звукоизоляцией. В-четвёртых, влагопоглощение. Атмосферные осадки (более 60%) возвращаются испарением в окружающую среду, остальные (40%) усваиваются корнями растений. В-пятых, растения на зелёной кровле вырабатывают кислород, а также являются местом отдыха [9]. Всё это создает более комфортные и эстетичные условия для жизни с экономией затрат на электроэнергию и отопление.

Однако, у зелёных крыш имеются и недостатки: 1) вес зелёной кровли создаёт дополнительную нагрузку на конструкцию, которую необходимо рассчитывать до начала установки; 2) возникновение высокого уровня влажности, что требует дополнительной гидроизоляции перед установкой кровли; 3) воздействие микроорганизмов, химических веществ и корневой системы на гидроизоляционный материал; 4) необходимость подбора определённых растений, и предварительное выращивание их в специальных условиях.

Разделяют два типа озеленённой кровли: экстенсивная и интенсивная. При экстенсивной зелёной кровле размер растительного покрова варьируется от 30 мм для мхов и до 150 мм для газона. Применяются следующие виды растений: травяные и почвопокровные (очитки, седумы, тимьян,

молодило, мятлик, овсяница, подорожник, ясколка, камнеломка, гвоздика-травянка, крокусы, нарциссы, сциллы, мускари и другие). Интенсивная зелёная кровля позволяет высаживать как небольшие растения, так и кустарники и деревья. Необходимый размер покрова для высадки растений составляет от 150 мм, а для кустарников достигает 1 метра [10]. Типы растений для интенсивной кровли: деревья и кустарники (клёны Глиннала и татарский, лох серебристый, айва низкая, рябина обыкновенная, калина обыкновенная, барбарис Тунберга, берёза низкая, боярышник колючий, дёрен белый, ели канадская, колючая, обыкновенная, сосна горная, туя западная, можжевельник горизонтальный и другие). Также одним из способов озеленения здания могут применяться большие вазоны с растениями, которые чаще всего размещают на открытых террасах.

Под вертикальным озеленением понимают выращивание растений на вертикальных поверхностях при помощи различных конструкций – подвесных систем, модульных решёток, сеткой из металлических тросов.

Озеленение зданий получило признание и распространение по всему миру, даже в странах с холодным климатом, где во время зимы растения могут терять свою эстетическую привлекательность. Поэтому, в урбанизированном городе особенно актуально использование зелёных крыш и вертикального озеленения в плотной застройке.



**Рис. 1** Жилой дом 79&PARK, Швеция, Стокгольм, арх. BIG, 2018 г. (Residential house 79&PARK, Sweden, Stockholm, arch. BIG, 2018) [11]

Исследование ограничено рассмотрением международного опыта устройства зелёных крыш и вертикального озеленения в жилых домах за последние 10 лет. При этом предлагается рассмот-

реть использование разнообразных технологий восстановления зелёной среды на конкретных объектах в зарубежных странах, расположенных в умеренном климатическом поясе или по погод-

ным условиям близким к умеренному климату с зимней температурой ниже 0°C. Например, эффект объединения национального парка и жилого дома в единое зелёное пространство применён в жилом доме переменной этажности 79&PARK (Швеция, Стокгольм, арх. BIG, 2018 г.). Здание построено в умеренном морском климате, где в зимние месяцы температура опускается ниже нуля. Ячеистая структура дома позволяет всем квартирам иметь свою открытую озеленённую террасу, устроенную по интенсивному типу, где можно

высаживать небольшие деревья и кустарники (рис. 1) [11].

Ещё один пример жилого дома переменной этажности с внутренним двором и открывающимся видом на залив - Sørenga Block 6 (Норвегия, Осло, арх. MAD arkitekter, 2015 г.), построенного в умеренно-холодном климате, с зимней температурой до -5°C. Наклонная структура предусматривает у каждой квартиры или балкона, или застеклённую лоджию, или озеленённую террасу. Односкатная озеленённая кровля устроена по экстенсивному типу (рис. 2) [12].



Рис. 2 Жилой дом Sørenga Block 6, Норвегия, Осло, арх. MAD arkitekter, 2015 г. (Residential building Sørenga Block 6, Norway, Oslo, arch. MAD architects, 2015) [12]



Рис. 3 Жилой комплекс The Mountain Dwellings, Дания, Копенгаген, арх. BIG Architects 2008 г. (Residential complex The Mountain Dwellings, Denmark, Copenhagen, arch. BIG Architects 2008) [13]

Необычный вариант многоуровневого паркинга, поверх которого каскадом размещён жилой комплекс The Mountain Dwellings (Дания, Копенгаген, арх. BIG Architects, 2008 г.), построен в условиях умеренного морского климата, где

средняя годовая температура составляет около 8°C. На террасы растения высаживаются после согласования, благодаря чему цвета и внешний вид горного склона меняется с приходом нового сезона. Предусмотрена обширная система поли-

ва, которая собирает дождевую воду и использует для автоматического полива садов на крыше в сухие периоды (рис. 3) [13].

Одним из примеров применения вертикального озеленения с помощью подвесных систем, является жилой дом 152 Elizabeth (США, Нью-Йорк, арх. Тадао Андо, 2014 г.). Здание построено в зоне влажного субтропического климата, со средней температурой воздуха  $-2^{\circ}\text{C}$ , в условиях

плотной застройки. Здание представляет собой дом-вставку, весь южный фасад покрывает самая большая в Нью-Йорке зелёная стена размером около 17 метров в высоту и 30 метров в ширину (рис. 4). Растения для посадки в подвесных вазонах подбирались с учётом изменения внешнего вида в течение года, например, English Ivy, Boston Ivy, Virginia Creepers, Jasmine Clematis, and Climbing Hydrangeas [14].

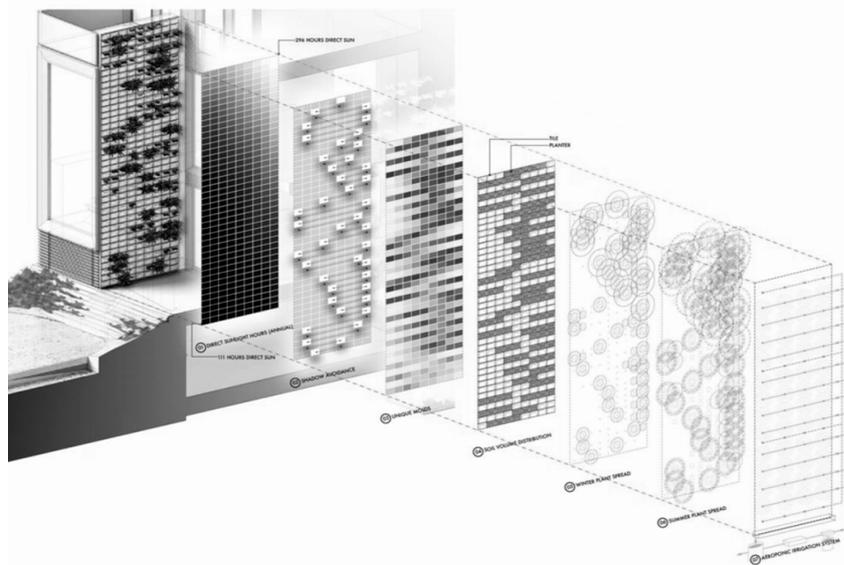


**Рис. 4** Жилой дом 152 Elizabeth, США, Нью-Йорк, арх. Тадао Андо, 2014 г. (Residential building at 152 Elizabeth, United States, new York, architect. Tadao Ando, 2014) [14]

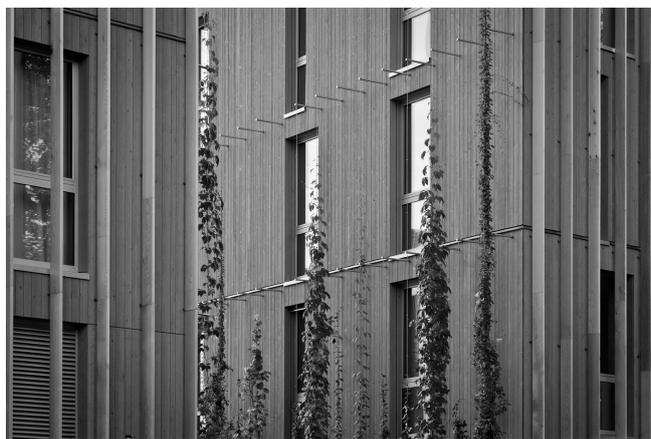
Включение вертикального озеленения в модульных решётках используется в доме Upper Eastside Townhouse (США, Нью-Йорк, арх. Michael K Chen Architecture, 2017 г.). Фитомодули состоят из различных местных лесных растений, применение которых согласовано в сотрудничестве с ботаниками SUNY. Некоторые насаждения находятся под угрозой исчезновения из-за изменения климата, и использованы в фитомодулях впервые для распространения в качестве тестового применения в садоводстве (рис. 5). На эксплуатируемой крыше выделена зона отдыха жильцов с интенсивным озеленением кровли и вазонами, в которых растут небольшие деревья [15]

Использование вертикальных стальных тросов, по которым активно растут растения, можно рассмотреть на примере жилого комплекса Stadthaus M1 (Германия, Фрайбург-им-Брейсгау, арх. Barkow Leibinger, 2013 г.). Жилой комплекс построен в условиях умеренного климата, зимой

температура опускается не ниже  $-4^{\circ}\text{C}$ . Одной из важных задач комплекса было реализовать архитектурную концепцию с энергетическими стандартами. На крыше пассивного дома были установлены солнечные батареи для экономии электроэнергии. Отопление и кондиционирование воздуха осуществляется с помощью встроенных водонепроницаемых труб. Таким образом, в жилых помещениях коэффициент теплоотдачи снизился на 30%. Низкотехнологичные фасады экономят как энергию, так и затраты. С южной стороны здания установлены вертикальные стальные тросы из нержавеющей стали, по которым активно растут растения, затеняющие фасады в летние месяцы (рис. 6). Преимущественно использованы два типа растений: плетистая роза и виноград. Тросы не примыкают к фасаду, тем самым не позволяя растениям разрушать строительные материалы [16].



**Рис. 5** Таунхаус Upper Eastside Townhouse, США, Нью-Йорк, арх. Michael K Chen Architecture, 2017 г. (Townhouse, Upper Eastside Townhouse, USA, new Yrk, architect. Michael K Chen Architecture, 2017)[15]



**Рис. 6** Жилой комплекс Stadthaus M1, Германия, Фрайбург-им-Брейсгау, арх. Barkow Leibinger, 2013 г. (Residential complex Stadthaus M1, Germany, Freiburg im Breisgau, arch. Barkow Leibinger, 2013) [16]

Анализ передового мирового опыта проектирования и строительства жилых зданий показал, что использование зелёной кровли и вертикального озеленения находят применение в различных климатических зонах, даже в умеренном климатическом поясе и близким по погодным условиям к умеренному. При этом опускание зимних температур ниже 0°C не является помехой для активного использования озеленения жилых зданий, так как подбираются специальные растения, устойчивые к зимним температурам, а также с учётом изменения внешнего вида в течение года.

Проведённое исследование выявило основные приёмы озеленения жилых домов в условиях холодного климата – это интенсивный и экстенсивный тип озеленённой кровли, а также вертикальное озеленение при помощи подвесных систем, модульных решёток и сеток на ме-

таллических тросах (с активным использованием плетистой розы и винограда).

*Результаты исследования* могут быть использованы при составлении задания на проектирование у студентов, которые приобретают квалификацию бакалавра по направлению 07.03.01 «Архитектура», а также для работы над магистерской диссертацией Дорофеевой Е.Д., целью которой является разработка жилого дома в условиях доформирования сложившейся застройки в центральных районах г. Самары с использованием современных методов организации озеленённых пространств в структуре жилого дома, а также внедрение методов повышения энергоэффективности здания.

*Заключение.* Из сказанного выше видно что, использование озеленения в структуре жилых домов даёт возможность создать комфортную окружающую среду, приближённую к природ-

ным условиям, повышает рекреационную и эстетическую привлекательность городской среды, улучшает её качественные показатели и благотворно сказывается на здоровье человека.

Таким образом, в современном урбанизированном городе в условиях плотной застройки и холодного климата, проблема компенсации зелёных насаждений за счёт применения зелёной кровли и вертикального озеленения, способствует повышению комфорта проживания в жилище, а также улучшению экологической и эстетиче-

ской характеристики, как самой квартиры, так и дома в целом [17; 18]. А также оптимизируют архитектурно-ландшафтную организацию городской среды, функциональные, микроклиматические и санитарно-гигиенические параметры целых городов. Применение зелёных крыш и вертикального озеленения в современном российском строительстве и проектировании требует определённых адаптированных разработок методов и подходов, основанных на опыте зарубежных стран.

1. Генералов В.П., Генералова Е.М. Выявление отличительных особенностей понятий «комфорт проживания» и «комфортная жилая среда» // Градостроительство и архитектура. 2016. №2 (23). С.85 – 90.
2. Vavilova T.Ya., Potienko N.D., Zhdanova I.V. On modernization of capital construction projects in the context of sustainable development of social sphere. *Procedia engineering*. 2016. Т. 153. С. 938 – 943.
3. Potienko N.D., Kuznetsova A.A., Solyakova D.N., Klyueva Y.E. The global experience of deployment of energy-efficient technologies in high-rise construction. *E3S Web of Conferences*. D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.). 2018. С. 01017.
4. Кузнецова А.А., Жданова И.В., Малышева Е.В. Формирование эстетически-комфортной среды образовательных организаций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2018. Т.20. №2. С. 81 – 88.
5. Жданова И.В. Методы повышения качества многоквартирного жилья эпохи позднего социализма // Интернет-вестник ВолГАСУ, Сер.: Политематическая, 2013, Вып. 1 (25): [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Zdanova-2013\\_1\(25\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Zdanova-2013_1(25).pdf)
6. Скабелкина О.А. Создание комфортной среды урбанизированных пространств при помощи «зелёных крыш» // Вестник ландшафтной архитектуры. 2017. №11. С.67 – 70.
7. Добровольский М.К. Принципы выбора озеленённых ограждающих конструкций зданий для различных климатических районов // Международный научный журнал «Инновационное развитие». 2016. №5 (5). С. 16 – 17.
8. Куликова Ю.А., Козыренко Н.Е. Эффективность применения зеленых кровель в условиях города // Новые идеи века. 2014. Т. 3. С. 319 – 325.
9. Цуркина С.К., Лакетич А., Лакетич Н., Коренькова Г.В. Особенности зелёные крыши и их место в современном городе // Поколение будущего: взгляд молодых учёных. 2016. Т.3. С.84 – 88.
10. Зелёная кровля: [http://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya\\_krovlya](http://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya_krovlya)
11. 79&PARK / BIG. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/905534/79-and-park-big>
12. Sorenga Block 6 / MAD arkitekter. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/799003/sorenga-block-6-mad-arkitekter>
13. Mountain Dwellings / PLOT = BIG + JDS. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/15022/mountain-dwellings-big>
14. Elizabeth. Sumaida+Khurana: <https://www.152elizabethst.com/residences>
15. Upper Eastside Townhouse / Michael K Chen Architecture. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/897045/upper-eastside-townhouse-michael-k-chen-architecture>
16. Stadthaus M1 / Barkow Leibinger. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad_medium=gallery)
17. Потенко Н.Д., Жданова И.В., Урюпина С.Г. Современные тенденции во внешней отделке фасадов коттеджей. Камень и зелёный фасад // Innovative Project. 2016. Т.1. №3. С. 123 – 126.
18. Generalova E., Generalov V., Kuznetsova A. Innovative solutions for building envelopes of bioclimatical high-rise buildings. *Environment. Technology*. Resources Proceedings of the 11-th International Scientific and Practical Conference. 2017. С. 103 – 108.

## **ECOLOGICAL AND AESTHETIC ASPECTS OF VERTICAL GARDENING AND GREEN ROOFS IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

© 2019 I.V. Zhdanova, A.A. Kuznetsova, E.D. Dorofeeva

*Irina V. Zhdanova, PhD (Architecture), Associate Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings  
Department. E-mail: [zdanovairina@mail.ru](mailto:zdanovairina@mail.ru)*

*Anna A. Kuznetsova, PhD (Architecture), Associate Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings  
Department. E-mail: [amore\\_86@mail.ru](mailto:amore_86@mail.ru)*

Elizabeth D. Dorofeeva, Bachelor of architecture, undergraduate year 1 learning of the Architecture of Residential and Public Buildings Department. E-mail: [lizadorofeeva20@gmail.com](mailto:lizadorofeeva20@gmail.com)

### Samara State Technical University. Samara, Russia

*The aim of this work* is the study of modern solutions for energy saving and pollution Wednesday with the help of greening in residential buildings located in the temperate zone or weather conditions close to moderate climate. Reviewed by popular elements of green building-green roofs and vertical greening in residential buildings, increase aesthetic perception. Identified benefits of green roofs, explored new and intense types of roofs and kinds of plants. Also considered the notion of vertical greening and applied design (suspension systems, modular grid, a grid of metal cables). Examples of foreign houses using vertical gardening confirm this type of landscaping as a unique unit, capable of creating new aesthetic space conducive to man City Wednesday even in the face of the cold climate. Conclusion on the relevance of the use of green roofs and vertical gardening as an innovative technology that changes the comfort in the urbanized city in dense urban areas, increases recreational and the aesthetic appeal of the City Wednesday, improves its quality indicators and has a beneficial effect on human health.

*Keywords:* green roofs, vertical greening, energy saving dwelling house, dense buildings.

1. Generalov V.P., Generalova E.M. Vy`yavlenie otlichitel`ny`x osobennostej ponyatij «komfort prozhivaniya» i «komfortnaya zhilaya sreda» (Identification of distinctive features of the concepts of "comfort of living" and "comfortable living environment»). *Urban planning and architecture*. 2016. №2 (23). S. 85 – 90.
2. Vavilova T.Ya., Potienko N.D., Zhdanova I.V. On modernization of capital construction projects in the context of sustainable development of social sphere. *Procedia engineering*. 2016. T. 153. C. 938 – 943.
3. Potienko N.D., Kuznetsova A.A., Solyakova D.N., Klyueva Y.E. The global experience of deployment of energy-efficient technologies in high-rise construction. *E3S Web of Conferences* D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.). 2018. C. 01017.
4. Kuzneczova A.A., Zhdanova I.V., Maly`sheva E.V. Formirovanie e`steticheski-komfortnoj sredy` obrazovatel`ny`x organizacij (Formation of aesthetically comfortable environment of educational institutions). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social`ny`e, gumanitarny`e, mediko-biologicheskie nauki*. 2018. T.20. №2. S. 81 – 88.
5. Zhdanova I.V. Metody` povы`sheniya kachestva mnogokvartirnogo zhil`ya e`poxi pozdnego socializma (Methods of improving the quality of multi-apartment housing of the late socialism). *Internet-vestnik VolgGASU, Ser.: Politematicheskaya*, 2013, Vy`p. 1 (25): [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Zdanova-2013\\_1\(25\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Zdanova-2013_1(25).pdf)
6. Skabelkina O.A. Sozдание komfortnoj sredy` urbanizirovanny`x prostranstv pri pomoshhi «zelyony`x kry`sh» (Creating a comfortable environment of urban spaces with the help of «green roofs»). *Vestnik landshaftnoj arxitektury`*. 2017. №11. S.67 – 70.
7. Dobrovol`skij M.K. Principy` vy`bora ozelenyonny`x ograzhdayushhix konstrukcij zdaniy dlya razlichny`x klimaticheskix rajonov (Principles of selection of green building envelopes for different climatic regions). *Mezhdunarodny`j nauchny`j zhurnal «Innovacionnoe razvitie*. 2016. №5 (5). S. 16 – 17.
8. Kulikova Yu.A., Kozy`renko N.E. E`ffektivnost` primeneniya zeleny`x krovel` v usloviyax goroda (The effectiveness of the use of green roofs in the city). *Novy`e idei veka*. 2014. T. 3. S. 319 – 325.
9. Czurkina S.K., Laketich A., Laketich N., Koren`kova G.V. Osobennosti zelyony`e kry`shi i ix mesto v sovremen-nom gorode (Features green roofs and their place in the modern city). *Pokolenie budushhego: vzglyad molody`x uchony`x*. 2016. T.3. S.84 – 88.
10. Zelyonaya krovlya (Green roof): [http://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya\\_krovlya](http://www.onduvilla.ru/blog/zelenaya_krovlya)
11. 79&PARK / BIG. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/905534/79-and-park-big>
12. Sorenga Block 6 / MAD arkitekter. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/799003/sorenga-block-6-mad-arkitekter>
13. Mountain Dwellings / PLOT = BIG + JDS. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/15022/mountain-dwellings-big>
14. Elizabeth. Sumaida+Khurana: <https://www.152elizabethst.com/residences>
15. Upper Eastside Townhouse / Michael K Chen Architecture. ArchDaily: <https://www.archdaily.com/897045/upper-eastside-townhouse-michael-k-chen-architecture>
16. Stadthaus M1 / Barkow Leibinger. ArchDaily: [https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad_medium=gallery)
17. Potienko N.D, Zhdanova I.V., Uryupina S.G. Sovremenny`e tendencii vo vneshnej otdelke fasadov kottedzhej. Kamen` i zelyony`j fasad (Modern trends in exterior facades of cottages. Stone and green facade) // Innovative Project. 2016. T.1. №3. S. 123 – 126.
18. Generalova E., Generalov V., Kuznetsova A. Innovative solutions for building envelopes of bioclimatical high-rise buildings. *Environment. Technology*. Resources Proceedings of the 11-th International Scientific and Practical Conference. 2017. C. 103 – 108.