

**И. В. ЖДАНОВА  
А. А. КУЗНЕЦОВА  
Н. А. КАЛИНКИНА**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ НЕБОСКРЁБОВ**

MODERN TRENDS OF AIR PURIFICATION USING SKYSCRAPERS

*В статье освещается проблема загрязнения воздуха в больших городах. Выявлены источники загрязнения и наиболее распространённые загрязняющие вещества. Приведены примеры лидирующих стран с самым грязным воздухом. Рассмотрены расчётные показатели по рискам заболеваний и смертности. Выявлены основные факторы, вызывающие загрязнение воздуха. Предложены пути решения данной проблемы с помощью современных технологий. Проанализированы современные объекты, в которых применены инновационные приёмы борьбы с загрязнением воздуха, и их внедрение в реальное и концептуальное проектирование. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к данной теме, объединяя усилия всех стран.*

*The article highlights the problem of air pollution in large cities. Sources of pollution and the most common pollutants have been identified. Examples of leading countries with the dirtiest air are given. The estimated indicators for the risks of disease and mortality are considered. The main factors causing air pollution have been identified. Ways to solve this problem using modern technologies are proposed. Analyzed are modern facilities in which innovative methods of combating air pollution are applied, and their implementation in real and conceptual design. The conclusion is drawn on the need for an integrated approach to this topic, uniting the efforts of all countries.*

**Ключевые слова:** загрязнение воздуха, качество жилой среды, инновационные технологии, небоскрёб

**Keywords:** air pollution, residential environment quality, innovative technologies, skyscraper

В последнее время всё больше обостряется проблема загрязнения воздуха в больших городах. Содержание вредных веществ в атмосфере с каждым годом возрастает. Совокупный объём выбросов загрязняющих атмосферу веществ в 2017 г. составил 32,1 млн. т, из которых 17,5 млн. т выброшено стационарными источниками (непередвижными технологическими агрегатами) и 14,6 млн.

т – передвижными источниками (автомобильным и железнодорожным транспортом). По данным Росстата за 2000–2017 гг., наибольший спад объёма загрязнений от передвижных источников наблюдался в 2008 г. Основными источниками загрязнения воздуха являются оксид углерода (CO), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), оксиды азота (в пересчёте на NO<sub>2</sub>) и некоторые другие вещества (табл. 1) [1, 2].

Таблица 1

Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т [1]

Показатель	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Всего	18819,8	19115,6	17451,9	17295,7	17349,3
В том числе:					
твердые вещества	2972,2	2381,2	1922,2	1820,4	1723,9
газообразные и жидкие вещества	15847,6	16734,4	15529,7	15475,3	15625,4
Из них:					
диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	5407,1	4385,3	4036,3	4099,4	4011,4
оксиды азота (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	1698,4	1855,2	1805,5	1787,4	1830,1
оксид углерода (CO)	4997,9	5565,1	4938,4	4799,6	4907,1
углеводороды (без летучих органических соединений)	2685,4	3135,9	3251,0	3323,0	3406,1
летучие органические соединения	850,4	1605,3	1340,0	1294,5	1304,6

Как видно из приведённых данных, большая доля выбросов приходится на оксид углерода. По данным ВР (BP Statistical Review of World Energy) в межстрановом разрезе, совокупный объём выбросов углекислого газа в мире в 2017 г. достиг 33,4 млрд. т, это на 1,3 % выше уровня 2016 г. В 2017 г. Китай лидировал по объёму выбросов углекислого газа в год (10357 млн. т), на втором месте США (5414 млн. т), далее идут Индия (2274 млн. т), Россия (1617 млн. т), Япония (1237 млн. т), Германия (798 млн. т), Иран (648 млн. т), Саудовская Аравия (601 млн. т), Южная Корея (592 млн. т) и Канада (557 млн. т) [3].

Загрязняющие атмосферный воздух вещества сильно влияют на здоровье человека, при этом растут риски различных заболеваний. Уменьшая уровень загрязнения воздуха, страны могут уменьшить показатели: инсульта, сердечно-сосудистых заболеваний, рака лёгких, а также хронических и острых респираторных заболеваний, включая астму. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) каждый год около 7 млн. человек умирают в результате воздействия загрязнённого воздуха внутри и снаружи помещений (21 % – вызваны пневмонией, 20 % – инсультом, 34 % – ишемической болезнью сердца, 19 % – хронической обструктивной болезнью лёгких, 7 % – раком лёгких). Как показывают расчётные показатели по регионам ВОЗ: более 2 млн. случаев смерти в регионе Юго-Восточной Азии; более 2 млн. – в регионе Западной части Тихого океана; около 1 млн. – в Африканском регионе; около 500 тыс. – в регионе Восточного Средиземноморья; около 500 тыс. – в Европейском регионе; свыше 300 тыс. – в Американском регионе [4].

Анализируя вышеприведённые данные, можно сказать, что борьба с загрязнением воздуха, особенно в мегаполисах, предельно актуальна в современном мире.

Загрязнение атмосферного воздуха вызывается целым рядом факторов: промышленность и энергетика, пыль, методы ведения сельского хозяйства, применение бытовых источников энергии, обращение с отходами и транспорт. По данным ВОЗ предложены следующие решения, которые могут привести к снижению загрязнения воздуха: инвестиции в энергоэффективные технологии производства энергии; совершенствование способов обращения с бытовыми, промышленными и муниципальными отходами; сокращение масштабов сжигания сельскохозяйственных отходов, лесных пожаров и некоторых агролесоводческих мероприятий; создание зелёной и более компактной городской среды, застроенной энергоэффективными зданиями; обеспечение всеобщего доступа к чистым и недорогим видам топлива и техно-

логиям приготовления пищи, отопления и освещения; создание безопасных и доступных по стоимости систем общественного транспорта, а также маршрутов, приспособленных для пешей ходьбы и велосипедной езды. Конечно, работа уже ведётся в некоторых направлениях, например, сокращаются выбросы в атмосферу от промышленных предприятий вследствие модернизации и повышения эффективности производства, устанавливаются специальные очистные устройства, вводятся новые ресурсосберегающие технологии, увеличиваются «зелёные» площади.

Работы по улучшению качества воздуха постоянно совершенствуются. Взять, например, технологию химика из Италии Луиджи Кассар (Luigi Cassar), основная идея которой в способности диоксида титана разбивать связи молекул углерода при помощи света. Луиджи Кассар удостоен премии в Европе за изобретение нового вида цемента, который в состоянии нейтрализовать загрязняющие вещества, уменьшать их вредное воздействие и даже улучшать состав воздуха вокруг. Нейтрализованные вредные вещества в дальнейшем легко удаляются дождевой водой. Кассар придумал добавку к бетонному раствору, названную «фотокатализатором». Данную технологию применили уже в 1996 г. при возведении Юбилейной церкви в Риме под руководством архитектора Ричарда Мейера [5].

Основными и самыми опасными источниками загрязнения воздуха являются производство, теплоэнергетика и транспорт. Как считают учёные [6–15], инновационные технологии могут способствовать улучшению качества воздуха. Ранее было отмечено, что лидером по загрязнению воздуха является Китай. Поэтому в Китае уже начали строить небоскребы-фильтры. Таким примером служит экспериментальная 100-метровая башня Xian Smog Tower, расположенная на юго-западе города Сиань в провинции Шэньси (рис. 1). Система очищения основана на теплицах, которые занимают территорию возле башни, равную размеру футбольного поля. Загрязнённый воздух засасывается в теплицы, после чего нагревается солнечной энергией и поднимается вверх башни, проходя через несколько ступеней очистки. За несколько месяцев работы башни качество воздуха значительно улучшилось. Даже в дни, когда в городе наблюдается сильный смог, башня справляется с ним и снижает его показатели до умеренных [16]. В частности, содержание в воздухе мелких частиц PM<sub>2,5</sub> сократилось на 15 %. Башня способна пропускать сквозь себя до 10 млн. м<sup>3</sup> воздуха в сутки и очищать воздух на площади около 10 км<sup>2</sup>.



Рис. 1. Xian Smog Tower, Китай, Сиань, арх. Цао Юнджи, 2017 г. [16]

Устойчивую и эффективную систему очистки воздуха можно создать в том случае, когда собранные из воздуха загрязняющие вещества могли перерабатываться в безвредные и возвращаться в окружающую среду, а не просто оседать на землю и смываться водой. Учёные и архитекторы работают над концептуальными проектами, которые через несколько лет смогут уменьшить количество выбросов загрязняющих веществ и перейти на более прогрессивные технологии. Некоторые представленные проекты находятся в стадии разработки, а некоторые уже построены.

Главной особенностью небоскрёба 570 Broom (США, 2016–2018 гг.) (рис. 2, а) является инновационный материал для фасада, совместно разработанный фирмами Neolith и PURETi [17]. Технология фасадов SKYLINE: PURETi, которая превращает фасады в самоочищающиеся поверхности, а также улучшает качество атмосферы, уменьшая количество загрязняющих веществ в воздухе. Кроме того, эта технология обладает антибактериальными и антиаллергенными свойствами и устраняет «плохие» органические запахи. Для начала процесса необходимо солнечный свет, который активирует наночастицы диоксида титана и они превращают влагу в воздухе в окисляющие агенты, которые разрушают частицы диоксида азота и загрязняющие элементы и превращают их в водяной пар и соль. Этот процесс повторяется миллионы раз в секунду, что и позволяет зданию эффективно очищаться. Второй важный процесс проходит на завершающем этапе очистки во время дождя – вода равномерно распределяется на поверхностях и удаляет оставшиеся частицы грязи таким образом, что не остаётся даже остаточных разводов.

Похожая технология представлена в концепте небоскрёба компании Acronic (рис. 2, б),

который планируют напечатать на 3D принтере. Очищение воздуха будет осуществляться с помощью использования инновационного материала EcoClean, который был представлен впервые в 2011 г. Именно этим материалом предполагают застеклить окна по всему фасаду здания. Работа данного материала заключается в действии свободных радикалов, которые образуются во внешнем слое под воздействием света и водяного пара. Радикалы способны связывать загрязняющие вещества, пыль и смог, которые скапливаются в воздухе. В результате реакции получаются соединения, которые осыпаются по стенам здания вниз, в результате чего их можно будет легко собрать и утилизировать. Архитектура небоскрёба будет модульной, плюс ко всему окна можно будет быстро трансформировать в балконы и обратно [18, 19].

Решать проблему загрязнения почв и воздуха в городах можно будет с помощью небоскрёба под названием Urban Earth Worm (Городской Дождевой Червь), который представляет собой трубчатую структуру (рис. 3, а). Цилиндрические архитектурные элементы изгибаются и уходят вниз, имитируя форму дождевого червя. В подземной части расположены специальные цеха по преобразованию отходов в электроэнергию. В верхней части небоскрёба устроены трубчатые элементы с почвой, где могут выращиваться различные растения. Зелёная зона поможет очистить воздух города, а также обеспечить жителей города продуктами питания. Ещё одним важным преимуществом данного небоскрёба является то, что он может значительно добавить зелени в «каменных джунглях» и увеличить прохладную тень против жары города [20]. Также главной концепцией небоскрёба-турбины LO2P для Нью-Дели, созданного из автохлама, является улучшение экологической ситуации в городе. Предполагают в качестве строитель-

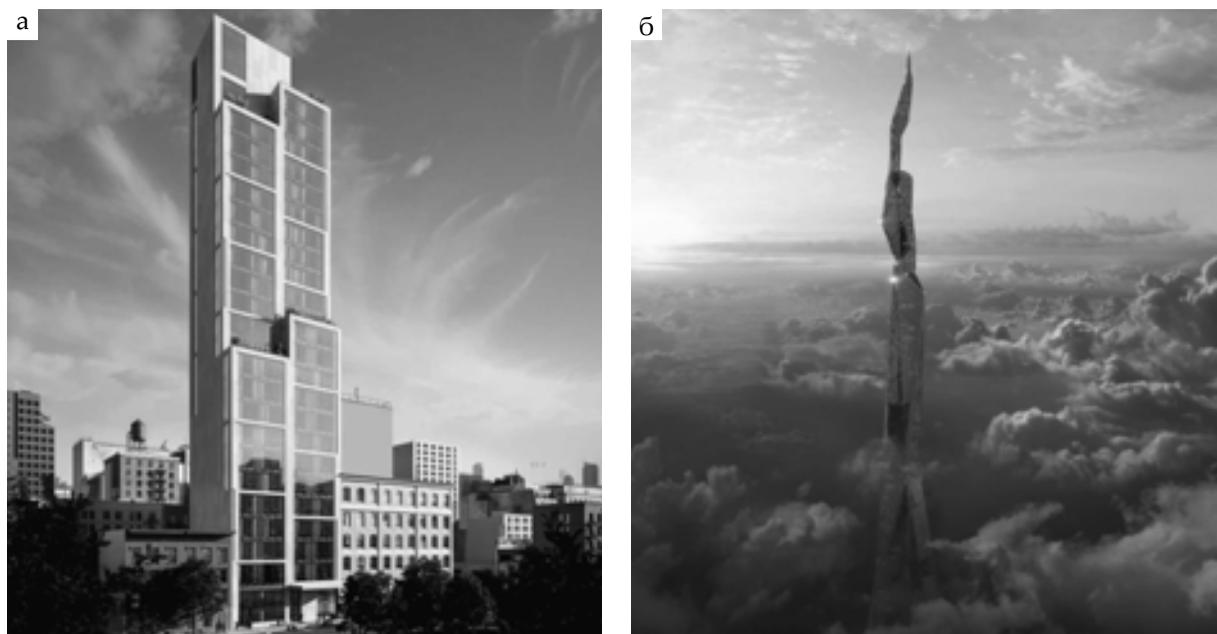


Рис. 2. Самоочищающиеся небоскребы:  
 а – 570 Broome, США, Нью-Йорк, арх. Таир Демирчиоглу, 2016–2018 гг. [17];  
 б – концепт самоочищающегося небоскреба, арх. комп. Acronic [19]

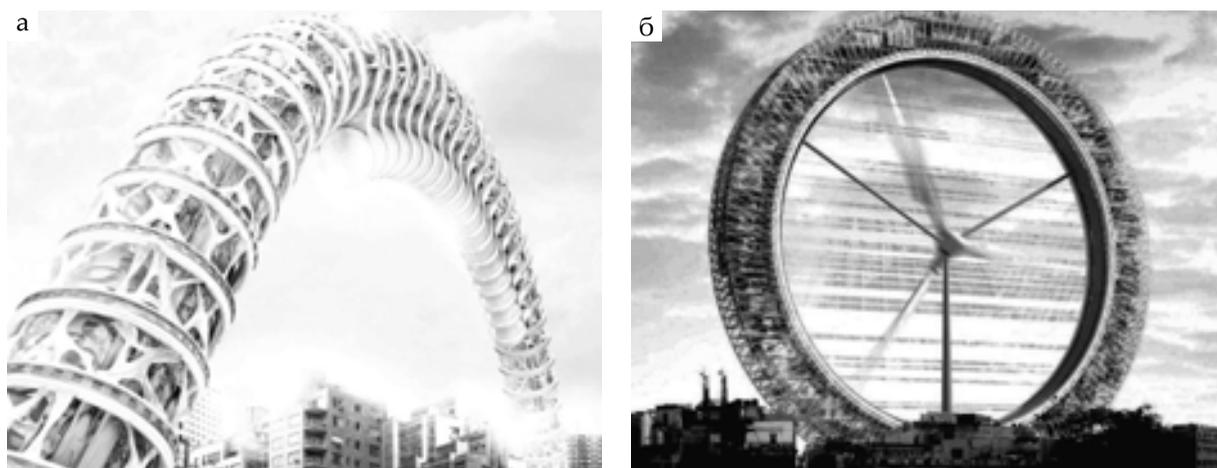


Рис. 3. Концепты лучших небоскрёбов конкурса EVOLO:  
 а – небоскрёб Urban Earth Worm (Городской Дождевой Червь), Южная Корея, арх. Ли Сейнсу [20]; б – небоскрёб-турбина LO2P, Нью-Дели, арх. Atelier CMJN, Julien Combes, Gaël Brulé [21]

ного материала использовать металл и старые запчасти (рис. 3, б) [21].

Большой проблемой многих городов является сильный смог. Одним из таких примеров является город Дели. Индийский смог вызван электростанцией на угле, расположенной в черте города, дизельными автомобилями, промышленными выбросами, пылью строек, перенаселённостью и пожарами. В связи с этим Индия заявила о стремлении к более чистой энергии. Для этого архитектурная фирма Znega создала проект целой сети Smog-башен, фильтрующих загрязненный воздух (рис. 4).

Каждая 100-метровая башня будет расположена в ключевой точке города и тщательно очищать воздух в пределах двух километров. Вертикальные башни предполагают соединить мостами. Znega заявляет, что строительство может начаться с одного района, чтобы судить о степени успеха, прежде чем построить более крупную сеть. Процесс очищения воздуха начинается с того, что фильтры забирают загрязнённый воздух на уровне 1,5–2 м, а выпускают очищенный в верхней части башни. Далее всасываемый воздух проходит 5 этапов фильтрации, включающей в себя активированный уголь,

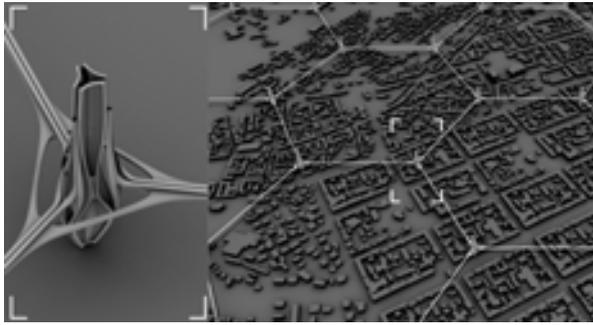


Рис.4. Smog-башни, Индия, Дели, арх. комп. Znera [22, 23]

генераторы отрицательных ионов и электростатически заряженную плазму, фотокатализатор для стерилизации бактерий и вирусов. В итоге данные башни будут производить 3,2 млн. м<sup>3</sup> чистого воздуха в сутки [22, 23].

**Выводы.** Примеры, проанализированные выше, позволяют обобщить подходы, используемые архитекторами, строителями и инженерами для борьбы с нарастающей экологической катастрофой, в частности с загрязнением воздуха и выявить положительные стороны от их использования. Во-первых, это инновационные материалы для фасадов, которые не только создают экологически полезную оболочку для здания, но и дают возможность для выявления оригинальной формы объекта. Во-вторых, зелёные насаждения, внедрение которых в структуру дают не только положительный экологический эффект, а также дополнительные площади для выращивания продуктов питания или увеличение зон отдыха в высокоурбанизированном городе. В-третьих, фильтрующие воздух башни, технологию которых можно использовать не только как отдельно стоящие или объединённые в комплекс, но и в структуре здания, что позволит сэкономить строительную площадь и достичь максимальной технологичности и экологичности объекта. Внедрение данных инновационных приёмов, а также комплексного подхода к данной теме во всех сферах, объединяя усилия стран всего мира, приведут к уменьшению содержания загрязняющих веществ в атмосфере. Но необходимо не останавливаться и создавать новые и более прогрессивные решения и внедрять их при проектировании и строительстве в высокоурбанизированном городе, например, с помощью небоскрёбов.

В заключение можно отметить, что переход на более прогрессивные и современные технологии, а также изменение нашего образа жизни, приведут к уменьшению выбросов загрязняющих веществ и будут самым лучшим способом в борьбе с загрязнением атмосферы [24].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Росстат. Охрана окружающей среды в России [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139919459344](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139919459344) (дата обращения: 16.04. 2019).
2. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики [Электронный ресурс]. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/17409.pdf> (дата обращения: 16.04. 2019).
3. 10 стран с самым грязным воздухом [Электронный ресурс]. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/350332-10-stran-s-samym-gryaznym-vozdukhom/#part3> (дата обращения: 18.04. 2019).
4. Во всем мире 9 человек из 10 дышат загрязненным воздухом [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> (дата обращения: 18.04. 2019).
5. Лучшие технологии против загрязнения атмосферы [Электронный ресурс]. URL: <https://ecco.ru/tehnologii/poslednie-tendentsii/luchshie-tehnologii-protiv-zagryazneniya-atmosfery.html> (дата обращения: 18.04. 2019).
6. Вавилова Т.Я., Каясова Д.С., Лукьянова Ю.А. Архитектурно-типологические приоритеты устойчивого развития урбанизированной среды // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 3 (28). С. 106–112.
7. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий / СГАСУ. Самара, 2009. 294 с., ил.
8. Генералова Е.М. Вертикальный урбанизм архитектурной среды города: современное развитие типологии высотных зданий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2018. Т. 20. № 3. С. 28–33.
9. Душкова Д.О., Хаазз Д., Евсеев А.В. Оценка экосистемных услуг городской среды и их влияния на здоровье человека: опыт и подходы на примере городов России и Германии // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 4. С. 21–27.
10. Солодилова Л.А., Балакина А.Е., Беленя И.М. Композиционно-эстетические характеристики фа-

садных экологических плит в архитектуре учебно-воспитательных зданий // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1 (54). С. 20–26.

11. Vavilova T.Ya., Makeeva E.Yu. High-rise housing in the city of samara: the first steps on the path to sustainable development // E3S Web of Conferences D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.). 2018. С. 01025.

12. 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.

13. Vavilova T.Ya., Zhdanova I.V., Kalinkina N.A. Regional specific features of modern residential compounds. Affordable housing in the city of samara, Russia // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition. 2018. С. 012137.

14. Generalova E.M., Generalov V.P., Kuznetsova A.A. Cantilever structure in modern construction // RSP 2017 – XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering Serp. "MATEC Web of Conferences" Editors: S. Jemioło, A. Zbiciak, M. Mitew-Czajewska, M. Krzemiński and M. Gajewski. 2017. С. 00057.

15. 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.

16. Китай строит самый большой в мире очиститель воздуха для борьбы со смогом [Электронный ресурс]. URL: <http://skuku.net/140255> (дата обращения: 14.04. 2019).

17. Новый небоскреб чистит воздух как 500 деревьев [Электронный ресурс]. URL: <http://taratutenko.ru/novy-neboskreb-tchistit-vozduh-kak-500-derevyev>.html (дата обращения: 14.04. 2019).

18. Самоочищающийся небоскреб напечатает на принтере [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/samoochishchayushchisya-neboskreb> (дата обращения: 15.04. 2019).

19. Пятикилометровый небоскреб будет очищать воздух от смога [Электронный ресурс]. URL: <http://zele.ru/novosti/arhitektura/neboskreb-arconic-11068/> (дата обращения: 14.04. 2019).

20. Небоскреб в форме дождевого червя очищает воздух и почву в городах [Электронный ресурс]. URL: <https://facepla.net/the-news/3406-worm-skyscraper-cleans-air.html> (дата обращения: 14.04. 2019).

21. Лучшие небоскребы 2011 по версии eVolo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.facepla.net/component/tag/%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B1.html> (дата обращения: 15.04. 2019).

22. Башни, очищающие воздух Дели от смога [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/concept/bashni-ochishchayushchie-vozduh> (дата обращения: 15.04. 2019).

23. ZNERA Proposes a Network of Smog Filtering Towers To Combat Delhi's Rising Pollution Levels [Электронный ресурс]. URL: <http://nrd.adsttc.com/902403/znera-proposes-a-network-of-smog-filtering-towers-across-delhi> (дата обращения: 15.04. 2019).

24. Небоскребы на страже здоровья [Электронный ресурс]. URL: <https://lakhtacenter.livejournal.com/489165.html> (дата обращения: 20.04. 2019).

## REFERENCES

1. Rosstat. Ohrana okruzhajushhej sredy v Rossii (Rosstat. Environmental protection in Russia) Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139919459344](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139919459344) (accessed 16 April 2019)

2. B'ulleten' o tekushhij tendencijah rossijskoj jekonomiki (Bulletin on current trends in the Russian economy) Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/17409.pdf> (accessed 16 April 2019)

3. 10 stran s samym grjaznym vozduhom (10 countries with the dirtiest air) Available at: <https://www.popmech.ru/technologies/350332-10-stran-s-samym-grjaznym-vozdukhom/#part3> (accessed 18 April 2019)

4. Vo vsem mire 9 chelovek iz 10 dyshat zagryaznennym vozduhom (Worldwide, 9 out of 10 people breathe polluted air) Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action> (accessed 18 April 2019)

5. Luchshie tehnologii protiv zagryaznenija atmosfery (The best technologies against air pollution) Available at: <https://eccoo.ru/tehnologii/poslednie-tendentsii/luchshie-tehnologii-protiv-zagryazneniya-atmosfery.html> (accessed 18 April 2019)

6. Vavilova T.Ja., Kajasova D.S., Luk'janova Ju.A. Architectural and typological priorities sustainable development urban Wednesday. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urbanism and architecture], 2017, no. 3 (28), pp. 106-112. (in Russian)

7. Generalov V.P. Osobennosti proektirovanija vysotnyh zdanij [Features of Highrise Buildings] Samara, Samarskij gos. arhitekturno-stroitel'nyj un-t Publ., 2009. 294 p.

8. Generalova E.M. Vertical urbanism architecture City Wednesday: modern development of the typology of tall buildings. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki* [News of the Samara scientific centre of Russian Academy of Sciences. Social, humanitarian, medical and biological sciences], 2018, no. 3, pp. 28-33. (in Russian)

9. Dushkova D.O., Haazje D., Evseev A.V. Assessment of urban ecosystem services Wednesday and their impact on human health: experiences and approaches on the example of cities in Russia and Germany. *Jekologija urbanizirovannyh territorij* [Ecology of urbanized territories], 2015, no. 4, pp. 21-27. (in Russian)

10. Solodilova L.A., Balakina A.E., Belenja I.M. Compositional aesthetic characteristics of façade of environ-

mental plates in architecture of educational buildings. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'no-go universiteta* [Tomsk State University of architecture and construction], 2016, no. 1 (54), pp. 20-26. (in Russian)

11. Vavilova T.Ya., Makeeva E.Yu. High-rise housing in the city of samara: the first steps on the path to sustainable development. E3S Web of Conferences D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.), 2018, p. 01025

12. 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, V. 153, p. 938-943

13. Vavilova T.Ya., Zhdanova I.V., Kalinkina N.A. Regional specific features of modern residential compounds. Affordable housing in the city of samara, Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic edition, 2018, p. 012137

14. Generalova E.M., Generalov V.P., Kuznetsova A.A. Cantilever structure in modern construction. RSP 2017 – XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering MATEC Web of Conferences Editors: S. Jemioło, A. Zbiciak, M. Mitew-Czajewska, M. Krzemiński and M. Gajewski, 2017, p. 00057

15. 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. p.103-108

16. *Kitaj stroit samyj bol'shoj v mire ochistitel' vozduha dlja bor'by so smogom* (China builds world's largest air purifier to fight smog) Available at: <http://skuky.net/140255> (accessed 14 April 2019)

17. *Novyj neboskreb chistit vozduh kak 500 derev'ev* (New skyscraper cleans the air as 500 trees) Available at: <http://taratutenko.ru/novy-neboskreb-tchistit-vozduh-kak-500-derevyev.html> (accessed 14 April 2019)

18. *Samoochishhajushhija neboskreb napechatajut na printere* (Self-cleaning skyscraper printed on printer) Available at: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/samoochishchayushchisya-neboskreb> (accessed 15 April 2019)

19. *Pjatkilometrovij neboskreb budet ochishhat' vozduh ot smoga* (The five-kilometre skyscraper will clear the air of smog) Available at: <http://zele.ru/novosti/arhitektura/neboskreb-arconic-11068/> (accessed 14 April 2019)

20. *Neboskreb v forme dozhdevogo chervja ochishhaet vozduh i pochvu v gorodah* (A skyscraper in the shape of a earthworm cleans the air and soil in cities) Available at: <https://facepla.net/the-news/3406-worm-skyscraper-cleans-air.html> (accessed 14 April 2019)

21. *Luchshie neboskreby 2011 po versii eVolo* (The best skyscrapers of 2011 according to eVolo) Available at: <http://www.facepla.net/component/tag/%D0%BD%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B1.html> (accessed 15 April 2019)

22. *Bashni, ochishhajushhie vozduh Deli ot smoga* (Towers that clean Delhi's air from smog) Available at: <https://naked-science.ru/article/concept/bashni-ochishchayushchie-vozduh> (accessed 15 April 2019)

23. ZNERA Proposes a Network of Smog Filtering Towers To Combat Delhi's Rising Pollution Levels Available at: <http://nrd.adsttc.com/902403/znera-proposes-a-network-of-smog-filtering-towers-across-delhi> (accessed 15 April 2019)

24. *Neboskreby na strazhe zdorov'ja* (Skyscrapers on health) Available at: <https://lakhtacenter.livejournal.com/489165.html> (accessed 20 April 2019)

Об авторах:

**ЖДАНОВА Ирина Викторовна**

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: zdanovairina@mail.ru

**ZHDANOVA Irina V.**

PhD in Architecture, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: zdanovairina@mail.ru

**КУЗНЕЦОВА Анна Андреевна**

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: amore\_86@mail.ru

**KUZNETSOVA Anna A.**

PhD in Architecture, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: amore\_86@mail.ru

**КАЛИНКИНА Надежда Александровна**

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: nad\_si@mail.ru

**KALINKINA Nadezhda A.**

PhD in Architecture, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: nad\_si@mail.ru

Для цитирования: Жданова И.В., Кузнецова А.А., Калинин Н.А. Современные тенденции очистки воздуха с помощью небоскрёбов // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 135–142. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.17.

For citation: Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Kalinkina N.A. Modern trends of air purification using skyscrapers // Urban construction and Architecture. 2019. V.9, 3. Pp. 135–142. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.17.

---

Уважаемые читатели!

Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура» приглашает Вас опубликовать статью.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, индексируется в РИНЦ, CrossRef и ERIH PLUS

По вопросам, связанным с публикацией статей, обращаться **vestniksgasu@yandex.ru**

Полная информация о журнале на сайте **journal.samgasu.ru**