БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 711.454

DOI: 10.22227/1997-0935.2017.12.1399-1407

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Д.К. Князев

*Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ),
400005, г. Волгоград, пр-т Ленина, д. 28*

Предмет исследования: экологическое обоснование технического перевооружения предприятия в рамках формирования/развития условий устойчивого развития промышленного города.

Цели: подбор комплекса инженерно-технических и организационных решений, позволяющих достичь целевых (допустимых) пределов рассеивания вредных выбросов, тем самым, минимизировав риски причинения ущерба окружающей среде и здоровью населения.

Материалы и методы: в качестве первичных материалов использованы формы государственной статистической отчетности «2ТП-воздух», тома предельно-допустимых выбросов предприятия-модельной площадки, сведения о технических и организационных решениях по снижению выбросов в атмосферу. Основные методы исследования — геоинформационное моделирование, функциональное зонирование, структурный анализ.

Результаты: смоделировано рассеивание приоритетного загрязнителя ведущего источника выбросов строительной пыли в регионе, классифицирована по степени эколого-гигиенического риска территория модельной площадки — г. Михайловка. Подобраны мероприятия по снижению дальности рассеивания вредных выбросов в виде модернизации технологических процессов, установки пылевых фильтров, совершенствования системы вентиляции, проведения иных организационно-технических решений, препятствующих распространению пыли на территории предприятия и за его пределами. Оценен средозащитный эффект предлагаемых к реализации мероприятий. Сформулированы предложения по дальнейшему развитию анализируемого промышленного города.

Выводы: предложенные решения по техническому перевооружению предприятия позволяют сократить дальность рассеивания пыли в концентрациях более ПДК в 2,6 раза (до необходимых пределов). Также с 43 до 6 тыс. чел сократится численность населения, проживающего под воздействием пыли в концентрации 0,5–1 от ПДК, для которого существует риск возникновения отдаленных последствий для здоровья. Предложенные мероприятия по сокращению пределов рассеивания пыли по всем румбам способствует градостроительному развитию ранее загрязненных территорий, например, в рекреационных целях. Различные комбинации инженерных и организационных решений технического перевооружения предприятия позволяют управлять эколого-гигиеническими рисками на территории в зависимости от приоритетных целей, планов, потребностей градостроительного развития промышленного города.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: устойчивое развитие промышленного города, эколого-гигиенические проблемы градостроительства, экологические основы планировки городов, экологическое обоснование градостроительного регулирования

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Князев Д.К. Техническое перевооружение предприятия как инструмент управления эколого-гигиеническими рисками промышленного города // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 12 (111). С. 1399–1407.

MODERNISATION OF THE ENTERPRISE AS AN INSTRUMENT FOR CONTROL OF ECOLOGICAL-HYGIENIC RISKS OF THE INDUSTRIAL CITY

D.K. Knyazev

Volgograd State Technical University (VSTU), 28 Lenina prospekt, Volgograd, 400005, Russian Federation

Subject: ecological justification of modernization of the enterprise within the framework of formation/development of conditions for sustainable development of industrial city.

Research objectives: selection of a complex of the technical and organizational decisions that allow us to reach target (permissible) limits of dispersion of harmful emissions, thereby, having minimized the risks of damage to the environment and health of the population.

Materials and methods: as primary materials, we used forms of the state statistical reporting "2tp-air", volumes of maximum permissible emissions of the enterprise-the model site, data about technical and organizational decisions to reduce emissions to the atmosphere. The main methods of the research: geoinformation modeling, functional zoning, the structural analysis.

Results: we simulated dispersion of priority pollutant of the leading source of construction dust emissions in the region, and we classified, by the degree of ecological and hygienic risk, the territory of the model site — town of Mikhaylovka. The

activities to reduce the range of dispersion of harmful emissions are selected in the form of modernization of technological processes, installation of dust filters, improvement of the ventilation system, carrying out other organizational and technical activities to prevent the spread of dust on the territory of the enterprise and beyond. The environment protection effect of the activities proposed for realization is estimated. Proposals for further development of the analyzed industrial city are formulated.

Conclusions: 1. The proposed solutions on modernization of the enterprise allow us to reduce the range of dust dispersion in concentrations that are more than maximum permissible concentration (MPC) by 2.6 times (bringing them to the required limits); 2. The population living under the influence of dust in concentration of 0.5–1 MPC, for which there is a risk of long-term health effects, will be reduced from 43 000 to 6 000 people; 3. The proposed activities for reduction of dust dispersion limits in all rhumbs contributes to the urban development of the previously contaminated territories, for example, for recreational purposes; 4. Various combinations of engineering and organizational solutions of modernization of the enterprise allow us to control ecological and hygienic risks on the territory depending on the priority goals, plans, needs for urban development of the industrial city.

KEY WORDS: sustainable development of industrial city, ecological and hygienic problems of town planning, ecological principals of urban planning, ecological justification of town planning regulation

FOR CITATION: Knyazev D.K. Tekhnicheskoe perevooruzhenie predpriyatiya kak instrument upravleniya ekologo-gigienicheskimi riskami promyshlennogo goroda [Modernization of the enterprise as an instrument for control of ecological-hygienic risks of the industrial city]. Vestnik MGSU [Proceedings of the Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 12 (111), pp. 1399–1407.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих задач градостроительной деятельности является разработка мероприятий по улучшению гигиенических параметров среды обитания и жизнедеятельности людей, населяющих города и сельские местности, с целью сохранения и устойчивого развития окружающей среды в интересах ныне живущих и последующих поколений.

Решение сложнейших задач градостроительного развития в динамически устойчивых градостроительных системах невозможно без опоры на научные знания, без понимания специфики поведения объекта деятельности и особенностей управления его развитием.

Особого внимания требуют производственные площадки, так как функционирование промышленных зон обязательно связано с вредным воздействием на окружающую среду и здоровье населения. Между тем защита городских территорий и особо ценных природных ареалов от загрязнения и их высвобождение из категории «территорий отчуждения» способны дать значительный толчок к развитию данных пространств, формированию новой экологически благополучной стратегии их градостроительного развития, созданию прочного экологического каркаса города. Особую ценность с точки зрения рациональности представляют средозащитные решения, предусматривающие мероприятия в отношении непосредственно источника неблагоприятного влияния.

В этой связи приоритетным направлением в области научных изысканий является разработка теоретических основ и практических решений по управлению источниками воздействий, в том числе и производственными функциональными зонами в части защиты жилой застройки и минимизации вредных проявлений.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Исследованы вопросы формирования и устойчивого развития городов в зависимости от социальных, экономических и экологических свойств городской среды, озвучены проблемы выбора оптимальных параметров застраиваемой территории [1–3]. Сделан акцент на опасности рассогласованного взаимодействия функциональных зон города, утраты представления о его целостности [4–6]. Представлено обоснование градостроительного регулирования как одного из инструментов достижения социально и экологически значимых целей развития города.

Отмечены давно сложившиеся тенденции тяготения промышленных зон к береговым пространствам и, как следствие, загрязнения особо ценных в ландшафтном отношении участков городов [7, 8]. При этом сформулированы теоретические идеи и проекты построения городов в балансе с природой посредством градостроительного обоснования размещения промышленных зон и формирования компенсационного природного каркаса [9–12].

Исследования многих авторов выделяют стабильные во времени запыленные воздушные массы в качестве ведущей причины значительных экологогигиенических рисков в населенных пунктах [13–15]. Борьба с пылью представляется чрезвычайно актуальной проблемой, стоящей перед специалистами разных областей науки. Огромное число технологических процессов и операций в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются образованием и выделением пыли, а ее воздействию подвергаются значительные контингенты работающих, а также население, проживающее вблизи промышленных объектов — источников образования пыли [16, 17]. В этой связи проанализированы публикации на тему защиты городов от производ-

ственной пыли, в том числе по устройству озелененных пылезащитных санитарных разрывов вокруг предприятий с целью фильтрации вредных выбросов [18–20]. Углубленно исследован перечень параметров, существенно влияющих на средозащитную функцию зеленых насаждений. К ним отнесены высота конструкции, форма кроны, структура листьев, продолжительность вегетационного периода и др. При этом наряду с положительными свойствами зеленых массивов между промышленным источником и жилой зоной отмечено и несовершенство данного решения в виде продолжительного срока произрастания древесно-кустарниковых пород до момента формирования полноценной средозащитной конструкции в 7–8 лет, процента неприживаемости посадок и их слабой пожароустойчивости, отсутствие листовой фильтрующей массы более полугода в зимний период. Данные факторы потенциально снижают средозащитные свойства данного решения.

Альтернативным решением по минимизации дальности рассеивания пылесодержащих масс может стать техническое перевооружение предприятия. Однако в существующих научных работах в области градостроительного планирования крайне редко анализируются и учитываются на перспективу потенциальные возможности технического перевооружения действующих предприятий как стабильного и эффективного инструмента управления эколого-гигиеническими рисками промышленного города. Данная работа ориентирована на частичное восполнение данного пробела.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пыль — это взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей микрометра. Пыль представляет собой аэрозоль, т.е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой — воздух.

Классификация пыли имеет такой вид:

Критерий	Тип пыли
Способ образования	Аэрозоли дезинтеграции, аэрозоли конденсации (при испарении и последующей конденсации)
Происхождение	Органическая (растительная, животная, искусственная), неорганическая (минеральная, металлическая), смешанная
Дисперсность	Крупнодисперсная (видимая, больше 10 мкм), среднедисперсная (микроскопическая, 0,25...10 мкм), мелкодисперсная (ультрамикроскопическая, менее 0,25 мкм)

Критерий	Тип пыли
Характер действия	Специфические заболевания органов дыхания (пневмокониозы, пылевые бронхиты), неспецифические заболевания (кожи, глаз, легких (пневмония, туберкулез, рак и т.д.))

Органическая пыль бывает животного или растительного происхождения (шерстяная, комбикормовая, костяная, древесная, хлопковая, льняная и др.); неорганическая пыль может быть минеральной и металлической (кварцевая, силикатная, цементная, цинковая, железная, медная, свинцовая и др.); смешанная пыль широко встречается в металлургической, горнодобывающей и химической промышленности; искусственная пыль (пыль резины, смол, красителей, пластмасс и др.) характерна для предприятий нефтехимического, лакокрасочного и других видов промышленного производства.

Первостепенное значение для эколого-гигиенической характеристики производственной пыли имеет размер частиц или степень дисперсности аэрозолей, определяющих не только скорость оседания пыли, но и ее задержку и глубину проникновения в органы дыхания. Физические, физико-химические и химические свойства пыли во многом определяют характер ее токсического, раздражающего и фиброгенного действия на организм человека. Основную роль в характере общетоксического и специфического действия пыли играют не только ее концентрация в атмосферном воздухе, но и плотность и форма частиц пыли, ее адсорбционные свойства, растворимость частиц пыли и электрозаряженность. Особо опасным фиброгенным действием обладают пылеватые частицы с содержанием свободной двуокиси кремния SiO_2 , которая в большей степени представлена в выбросах предприятий цементного производства.

Производственные аэрозоли по своему повреждающему результирующему воздействию можно разделить на аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и аэрозоли, обладающие преимущественно общетоксическим, раздражающим, канцерогенным и мутагенным действием. Согласно классификации, в зависимости от пневмофиброгенной активности пыли, пневмокониозы разделены на три группы: от воздействия высокофиброгенной и умереннофиброгенной пыли; от воздействия слабофиброгенной пыли; обусловленные воздействием аэрозолей токсикоаллергенного действия.

Хозяйствующие субъекты предпринимательской деятельности в сфере производства строительных материалов занимают ведущие позиции в образовании пылесодержащих выбросов, которые, в свою очередь, оседая на почвах, листьях зеленых насаждений, городских поверхностях, способствуют вторичному запылению воздуха населенных пунктов.

Повышенное содержание пылевых частиц вследствие выбросов промышленных предприятий отмечено в ряде поселений Волгоградской области. Контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и установление нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов проводится с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду на основе инвентаризации выбросов вредных веществ и их источников, обязательность которой закреплена законодательно¹. Фактические выбросы загрязняющих веществ в атмосферу указываются в годовой форме статистической отчетности «2ТП-воздух» «Сведения об охране атмосферного воздуха», утвержденной приказом Росстата², пред-

ставляемой юридическими лицами, имеющими стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха [21].

На основе анализа сведений территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области за последние 6 лет (2010–2016 гг.) валовой выброс твердых веществ в атмосферу региона сократился на 34,5 % с 13,6 до 8,9 тыс. т. Наибольшее количество твердых веществ привносит предприятие строительной отрасли АО «Себряковцемент», доля которого за аналогичный период возросла с 14,1 до 21,5 % (рис. 1, 2).

АО «Себряковцемент» является градообразующим и тесно взаимодействует с рядом других небольших предприятий строительной отрасли [22]. Вклад исследуемого предприятия в валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Михайловки составляет свыше 87 %. В структуре выбросов АО «Себряковцемент» преобладает пыль неорганическая с содержанием SiO_2 20...70 % с долей свыше 42 %. При этом вклад предприятия в общий выброс неорганической пыли в г. Михайловке составляет свыше 90 %.

В целях улучшения экологической ситуации и условий проживания населения г. Михайловки для АО «Себряковцемент» предложена комплексная

Рис. 1. Валовой выброс взвешенных веществ в Волгоградской обл.

Рис. 2. Доля АО «Себряковцемент» в структуре выбросов взвешенных веществ

программа технического перевооружения, затрагивающая технологические процессы в горном цехе, сырьевом отделении, цехе обжига клинкера и цехе помола цемента. В частности, подобран и внедрен в работу новый рукавный фильтр для обеспыливания колосникового холодильника печи (пылевые выбросы уменьшены на 297 т в год), подобраны металлотканевые фильтры для предварительной очистки воздуха в объединенной компрессорной станции, смонтирована новая вентиляционная камера. Кроме того, реализован ряд общезаводских организационно-технических решений, препятствующих распространению пыли на территории предприятия и за его пределами.

Расчет зон рассеивания взвешенных частиц до и после защитных мероприятий проводился с использованием методики ОНД-86³ и программного комплекса «Эколог», которые позволили сформировать карту рассеивания приоритетного загрязнителя — пыли неорганической с содержанием SiO₂ 20...70 % [23]. С использованием современных наработок в области геоинформационного моделирования и анализа территории [24] полученные изолинии равных концентраций экспортированы с геоинформационную систему ArcGIS с целью совмещения с картой г. Михайловка и получения серии картографических материалов, содержащих визуализированную информацию о рассеивании вредных выбросов до и после проведения мероприятий по техническому перевооружению производства с подсчетом численности населения под воздействием.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

До мероприятий по техническому перевооружению расчетные зоны загрязнения выходят за пределы нормативной санитарно-защитной зоны предприятия. На основании полученных картографических материалов и информации муниципального предприятия «Жилищное хозяйство» оценено количество населения, проживающего под воздействием повышенных концентраций пыли: в границах изолиний свыше 1,5 ПДК — 1505 чел.; в границах изолиний 1–1,5 ПДК — 13 020 чел. Всего в границах изолиний свыше ПДК проживает 14 525 чел., в том числе в пределах санитарно-защитной зоны — 1425 чел. Оставшаяся часть населения Михайловки в 43 126 чел. подвержена риску для здоровья при воздействии пыли неорганической в концентрациях 0,5–1 от ПДК. По данным расчетов 24 % населения Михайловки проживает в условиях риска развития неблагоприятных эффектов для здоровья, прежде всего на органы дыхания и им-

мунную систему. Увеличивается риск смертности населения, в том числе от сердечно-сосудистых заболеваний и заболеваний органов дыхания.

После реализации защитных мероприятий дальность рассеивания пыли в концентрациях более ПДК сократится в 2,6 раза, площадь ареала загрязнения уменьшится в 6,6 раз (рис. 3).

Количество населения под воздействием пыли в концентрациях более 1 ПДК снизится полностью на все 14 тыс. чел., ранее подвергавшихся вредному воздействию, а количество населения под воздействием пыли в концентрациях 0,5–1 ПДК, для которых существует риск отдаленных последствий для здоровья, сокращено с 43 до 6 тыс. чел.

Общая стоимость инвестиций в программу технического перевооружения составила около 8 млрд руб., что в 2,2 раза превышает инвестиции в программу озеленения санитарного разрыва. Однако мероприятия по техническому перевооружению выгодны с точки зрения защиты территории по всем румбам в отличие от процесса озеленения санитарного разрыва, предусматривающего из соображений рациональности зачастую работы только со стороны жилой застройки. При этом по другим сторонам света рассеивание вредных выбросов продолжалось бы на прежнем уровне, нанося существенный ущерб окружающей среде и ограничивая незастроенную территорию в освоении, например, в рекреационных целях [25].

ВЫВОДЫ

Предлагаемое решение по техническому перевооружению ведущего предприятия строительной отрасли Волгоградской области АО «Себряковцемент» является наиболее приемлемым в целях комплексного улучшения условий проживания населения и гигиенической обстановки в населенном пункте в целом по следующим причинам:

1. Дальность рассеивания пыли в концентрациях более ПДК сократится в 2,6 раза до границ начала жилой застройки, что позволяет говорить об отсутствии существенных рисков здоровью местного населения (ранее вредному воздействию пыли в концентрациях более ПДК подвергались более 14 тыс. чел.).

2. С 43 тыс. до 6 тыс. чел. сократится численность населения, проживающего под воздействием пыли в концентрациях 0,5–1 ПДК, для которого существует риск возникновения отдаленных последствий для здоровья.

3. Площадь ареала загрязнения вокруг предприятия в целом уменьшена в 6,6 раза в отличие варианта с озеленением санитарного разрыва, предусматривающего проведение работ только со стороны жилой застройки и не защищающего от рассеивания вредных выбросов территории по остальным румбам, что, в свою очередь, сдерживает градострои-

³ ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

Рис. 3. Схема рассеивания пыли неорганической с содержанием SiO_2 20...70 %, содержащейся в выбросах АО «Себ-
ряковцемент» г. Михайловка Волгоградской обл.: а — фактическая; б — прогнозная; ■ — жилая зона; ■ — зона за-
грязнения; ■ — территория АО «Себрыковцемент»

тельное освоение загрязняемых территорий, например, в туристическо-рекреационных целях.

4. Существенное сокращение пределов рассеивания пыли способствует предотвращению вреда

окружающей среде и уменьшению затрат на восстановление загрязненных территорий, а также оздоровлению населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черепанов К. А. Проблемы выбора оптимальных параметров застройки в зависимости от социальных, экономических и экологических свойств городской среды // Молодой ученый. 2014. № 2. С. 216–232.
2. Хайдуков Д.С., Тасалов К.А. Реализация концепции устойчивого развития в региональном управлении // Эффективное управление : сб. мат. I науч.-практ. конф., МГУ. М. : Полиграф сервис, 2015. 206 с.
3. Самойленко Н.Н., Байрачный В.Б., Шаповрев В.П. и др. Экологически устойчивое развитие городов / под ред. Н.Н. Самойленко. Харьков : Щедра садиба плюс, 2015. 220 с.
4. Тарасова Л.Г. Градостроительное планирование и регулирование развития крупных городов с учетом действия процессов самоорганизации : автореф. дис. ... д-ра арх. Саратов, 2010. 49 с.
5. Dimensions of the Sustainable City / Jenks M., Jones C. eds. Springer, 2010. 282 p.
6. Ecopolis: Urban Ecology & the Architecture of Ecopolis. Режим доступа: <http://ecopolis.com.au/theory/ecology.html>.
7. Дарьенкова Д.В. Направления преобразования открытых озелененных пространств Нижнего Новгорода : автореф. дис. ... канд. арх. СПб., 2013. 23 с.
8. Маташова М.А. Эколого-градостроительная оптимизация приречных территорий крупного города (на примере г. Хабаровска) : автореф. дис. ... канд. арх. М., 2011. 22 с.
9. Register R. Ecocities : building cities in balance with nature. Berkeley : Berkeley Hills, 2002.
10. Roseland M. Eco-city dimensions : healthy communities healthy planet. Gabriola Island : New Society Publishers, 1997.
11. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. М. : Архитектура-С, 2010. 183 с.
12. Хамавова А.А. Градостроительное обоснование размещения промышленных зон на территории субъекта РФ (на примере Ростовской области) : автореферат дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 20 с.
13. Стеценко С.Е. Учет фактора запыленности в формировании городской застройки : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2006. 20 с.
14. Маслов Н.В. Градостроительная экология. М. : Высш. шк., 2002. 284 с.
15. Маршалкович А.С. Экология городской среды. М. : МГСУ, 2013. 64 с.
16. Князев Д.К. Экологические основы планировки рекреационных зон крупных городов Поволжья : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2010. 19 с.
17. Князев Д.К. Оценка комплексного регионального загрязнения окружающей природной среды Волгоградской области // Ежегодная научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов ВолГАСУ : в 3-х ч. Ч. 1: Архитектура, градостроительство, строительство. Волгоград : ВолГАСУ, 2008. С. 60–62.
18. Докучаева В.Ф. Насаждения и загрязнение атмосферы // Ландшафтная архитектура и зеленое строительство. Режим доступа: http://landscape.totalarch.com/planting_pollution_atmosphere.
19. Махонин В.Е. Экологическая роль зеленых насаждений в защите окружающей среды от воздействия стрессовых факторов города (на примере г. Орла) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Орел, 2006. 19 с.
20. Роль зеленых насаждений в городе // Экосистема: Комплексные исследования и проектирование в области экологии и санитарии. Режим доступа: <http://www.ecosystemaspb.com/stati/rol-zelenykh-nasazhdenij-v-gorode>.
21. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2016 году // Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Режим доступа: <http://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/reports/>.
22. Латышевская Н.И., Вишневецкая Л.П., Митрохин О.В., Филиппов А.Г. Оценка риска смертности населения малого города, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха взвешенными частицами // Окружающая среда—риск—здоровье. Режим доступа: http://www.erh.ru/city/city011_2.php.
23. Воробьев В.И. Эколого-градостроительные основы расчета приземных концентраций газов. 2-е изд. М. : Изд-во АСВ, 2006. 100 с.
24. Матвейко Р.Б. Методические основы геоинформационного обеспечения управления развитием территории : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2011. 20 с.
25. Прокопенко В.В. Совершенствование методов оценки показателя комфортности объектов общего пользования системы озеленения крупнейших городов (на примере Волгограда) : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 21 с.

Поступила в редакцию 27 марта 2017 г.

Принята в доработанном виде 27 октября 2017 г.

Одобрена для публикации 22 ноября 2017 г.

ОБ АВТОРЕ: **Князев Дмитрий Константинович** — кандидат технических наук, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, **Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)**, 400005, г. Волгоград, пр-т Ленина, д. 28, dknjazev@mail.ru.

REFERENCES

1. Cherepanov K. A. Problemy vybora optimal'nykh parametrov zastroyki v zavisimosti ot sotsial'nykh, ekonomicheskikh i ekologicheskikh svoystv gorodskoy sredy [Problems of the choice of optimum parameters of building depending on social, economic and ecological properties of the urban environment]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist]. 2014, no. 2, pp. 216–232. (In Russian)
2. Khaydukov D.S., Tasalov K.A. Realizatsiya kontseptsii ustoychivogo razvitiya v regional'nom upravlenii [Implementation of the concept of sustainable development in regional government]. *Effektivnoe upravlenie : sbornik materialov I nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Effective Management : proceedings of the I scientific and practical conference]. Moscow, Poligraf servis Publ., 2015. 206 p. (In Russian)
3. Samoylenko N.N., Bayrachnyy V.B., Shaporov V.P. et al. *Ekologicheski ustoychivoe razvitie gorodov* [Ecologically sustainable development of the cities]. Khar'kov, Shchedra sadiba plyus, 2015. 220 p. (In Russian)
4. Tarasova L.G. *Gradostroitel'noe planirovanie i regulirovanie razvitiya krupnykh gorodov s uchetom deystviya protsessov samoorganizatsii : avtoreferat dissertatsii ... doktora arkhitektury* [Town-planning planning and regulation of development of the large cities taking into account action of processes of self-organization: abstract of the thesis doctor of architecture]. Saratov, 2010. 49 p. (In Russian)
5. Jenks M., Jones C. eds. *Dimensions of the Sustainable City*. Springer, 2010. 282 p.
6. *Ecopolis: Urban ecology & the architecture of ecopolis*. Available at: <http://ecopolis.com.au/theory/ecology.html>.
7. Dar'enkova D.V. *Napravleniya preobrazovaniya otkrytykh ozelenennykh prostranstv Nizhnego Novgoroda : avtoreferat dissertatsii ... kandidata arkhitektury* [Directions of transformation of the open planted trees and shrubs spaces of Nizhny Novgorod : abstract of the thesis candidate of architecture]. Saint-Petersburg, 2013. 23 p. (In Russian)
8. Matashova M.A. *Ekologo-gradostroitel'naya optimizatsiya prirechnykh territoriy krupnogo goroda (na primere g. Khabarovsk): avtoreferat dissertatsii ... kandidata arkhitektury* [Ecological and town-planning optimization of riverine areas of a large city (on the example of Khabarovsk): abstract of the thesis of candidate of architecture]. Moscow, 2011. 22 p. (In Russian)
9. Register R. *Ecocities : building cities in balance with nature*. Berkeley, Berkeley Hills, 2002.
10. Roseland M. *Eco-city dimensions : healthy communities healthy planet*. Gabriola Island, New Society Publishers, 1997.
11. Krasnoshchekova N.S. *Formirovanie prirodnogo karkasa v general'nykh planakh gorodov* [Formation of the natural framework in the general plans of cities]. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2010. 183 p. (In Russian)
12. Khamavova A.A. *Gradostroitel'noe obosnovanie razmeshcheniya promyshlennyykh zon na territorii sub"ekta RF (na primere Rostovskoy oblasti) : avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Town-planning justification for the location of industrial zones on the territory of a subject of the Russian Federation (on the example of the Rostov region) : abstract of the thesis candidate of technical sciences]. Moscow, 2013. 20 p. (In Russian)
13. Stetsenko S.E. *Uchet faktora zapylennosti v formirovanii gorodskoy zastroyki : avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Taking into account the dust factor in the formation of urban development: abstract of the thesis candidate of technical sciences]. Moscow, 2006. 20 p. (In Russian)
14. Maslov N.V. *Gradostroitel'naya ekologiya* [Urban planning ecology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2002. 284 p. (In Russian)
15. Marshalkovich A.S. *Ekologiya gorodskoy sredy* [Ecology of the urban environment]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, 2013. 64 p. (In Russian)
16. Knyazev D.K. *Ekologicheskie osnovy planirovki rekreatsionnykh zon krupnykh gorodov Povolzh'ya : avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Ecological bases of planning of recreational zones of large cities of the Volga region : abstract of the thesis candidate of technical sciences]. Moscow, 2010. 19 p. (In Russian)
17. Knyazev D.K. *Otsenka kompleksnogo regional'nogo zagryazneniya okruzhayushchey prirodnoy sredy Volgogradskoy oblasti* [Assessment of the complex regional pollution of the surrounding environment of the Volgograd oblast]. *Ezhegodnaya*

nauchno-prakticheskaya konferentsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava i studentov VolgGASU [Annual Scientific and Practical Conference of the Teaching Staff and Students of the Institute of Architecture and Civil Engineering of Volgograd State Technical University]: 3 parts. Part 1: Arkhitektura, gradostroitel'stvo, stroitel'stvo [Architecture, town planning, construction]. Volgograd, Institute of Architecture and Civil Engineering of Volgograd State Technical University, 2008, pp. 60–62. (In Russian)

18. Dokuchaeva V.F. Nasazhdeniya i zagryaznenie atmosfery [Planting and pollution of the atmosphere]. *Landshaftnaya arkhitektura i zelenoe stroitel'stvo* [Landscape Architecture and Green Building]. Available at: http://landscape.totalarch.com/planting_pollution_atmosphere. (In Russian)

19. Makhonin V.E. *Ekologicheskaya rol' zelenykh nasazhdeniy v zashchite okruzhayushchey sredy ot vozdeystviya stressovykh faktorov goroda (na primere g. Orla) : avtoreferat dissertatsii ... kandidata biologicheskikh nauk* [Ecological role of green plantations in the protection of the environment from the stressful factors of the city (on the example of the Orel city)]. Orel, 2006. 19 p. (In Russian)

20. Rol' zelenykh nasazhdeniy v gorode [Role of green plantations in the city]. *Ekosistema: Kompleksnye issledovaniya i proektirovanie v oblasti ekologii i sanitaria* [Ecosystem: Comprehensive research and design in the field of ecology and sanitation]. Available at: <http://www.ecosystemaspb.com/stati/rol-zelenykh-nasazhdeniy-v-gorode>. (In Russian)

21. Doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2016 godu [Report on the state of the environment of the Volgograd Region in 2016]. *Komitet prirodnnykh resursov, lesnogo khozyaystva i*

ekologii Volgogradskoy oblasti [Committee of Natural Resources, Forestry and Ecology of the Volgograd Oblast]. Available at: <http://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/reports/>. (In Russian)

22. Latyshevskaya N.I., Vishnevetskaya L.P., Mitrokhin O.V., Filippov A.G. Otsenka riska smertnosti naseleniya malogo goroda, obuslovlennogo zagryazneniem atmosfernogo vozdukha vzhveshennymi chastitsami [Assessment of the risk of mortality of the population of a small city due to air pollution by suspended particles]. *Okruzhayushchaya sreda-risk-zdorov'e* [Environment-risk-health] Available at: http://www.erh.ru/city/city011_2.php. (In Russian)

23. Vorob'ev V.I. *Ekologo-gradostroitel'nye osnovy rascheta prizemnykh kontsentratsiy gazov* [Ecological and town-planning basis for calculating surface gases concentrations]. 2nd ed. Moscow, Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov Publ., 2006. 100 p. (In Russian)

24. Matveyko R.B. *Metodicheskie osnovy geoinformatsionnogo obespecheniya upravleniya razvitiem territorii: avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Methodical foundations of geoinformation support for the management of the development of the territory: abstract of the thesis candidate of technical sciences]. Moscow, 2011. 20 p. (In Russian)

25. Prokopenko V.V. *Sovershenstvovanie metodov otsenki pokazatelya komfortnosti ob"ektov obshchego pol'zovaniya sistemy ozeleneniya krupneyshikh gorodov (na primere Volgograda): avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk* [Perfection of methods for assessing the index of comfort of public facilities of the system of planting of large cities (on the example of Volgograd): abstract of the thesis candidate of technical sciences]. Moscow, 2015. 21 p. (In Russian)

Received March 27, 2017.

Adopted in final form on October 27, 2017.

Approved for publication on November 22, 2017.

ABOUT THE AUTHOR: **Knyazev Dmitriy Konstantinovich** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Ecological Construction and Municipal Economy, **Volgograd State Technical University (VSTU)**, 28 Lenina prospekt, Volgograd, 400005, Russian Federation; dknjazev@mail.ru.