

УДК 504.75

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-45-56

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ
ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКА
ЗДОРОВЬЮ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
КОМФОРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ
КРУПНЫХ ГОРОДОВ***Е. С. Андреева¹, С. С. Андреев²*¹Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация²Ростовский институт защиты предпринимателя
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерацияesameteo@mail.ru

Статья посвящена обобщению известных подходов к оценке риска здоровью населения крупных городов, принятых в Российской Федерации и базирующихся на исследовании зависимости «доза-эффект» для пороговых токсикантов, а также на авторской методике оценки экологической комфортности территорий. Обсуждаются достоинства и недостатки указанных выше подходов, разработаны научно-методические подходы и рекомендации к оценке риска здоровью и экологической комфортности для населения крупных городов России.

Ключевые слова: оценка риска здоровью, зависимость «доза-эффект», пороговые вещества, канцерогенные вещества, беспороговые вещества, экологическая комфортность.

Введение. В конце XX — начале XXI веков увеличение численности населения городов инициировали усугубление таких социально-экологических проблем, как ухудшение состояния здоровья населения, сокращение продолжительности жизни, возрастание числа канцерогенных заболеваний и прочее. Тогда, в связи с обострением негативных взаимоотношений между природой и обществом, возникла острая необходимость в оценивании вреда здоровью человека, наносимого со стороны окружающей среды неудовлетворительного качества, а также в выработке понятия «экологическая комфортность» и формировании по-

UDC 504.75

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-45-56

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL
APPROACHES TO HEALTH RISK
ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL
COMFORT OF THE POPULATION OF
LARGE CITIES***E. S. Andreeva¹, S. S. Andreev²*¹Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation²Rostov Institute of Protecting the Entrepreneur
Rostov-on-Don, Russian Federationesameteo@mail.ru

The article is devoted to generalization of the known approaches to health risk assessment in large cities adopted in the Russian Federation and based on the study of “dose – effect” dependence for threshold toxicants, as well as the author's methodology for assessing the environmental comfort of territories. The advantages and disadvantages of the above-mentioned approaches are discussed, scientific and methodological approaches and recommendations to the assessment of health risk and environmental comfort for the population of large cities of Russia are developed.

Key words: health risk assessment, "dose – effect" dependence, threshold substances, carcinogenic substances, non-threshold substances, environmental comfort.

Introduction. At the end of the XX — the beginning of the XXI centuries, the increase in the population of cities initiated the aggravation of social and environmental problems such as health deterioration of the population, life expectancy reduction, the increase in the number of carcinogenic diseases and so on. Then, due to the aggravation of the negative relationship between nature and society, there was an urgent need to assess the harm to human health caused by the poor quality of the environment, as well as to develop the concept of "environmental comfort" and

казателей для ее достижения.

По этой причине были сформулированы основные принципы отечественной методики оценки риска здоровью населения, что впоследствии позволило создать различные модели. В частности, были разработаны следующие модели оценки, которые можно условно разделить на два класса:

— модели, базирующиеся на оценке зависимости «доза-эффект» для пороговых веществ;

— модели, предполагающие оценку уровня риска здоровью для беспороговых, в том числе канцерогенных веществ [1].

В этой связи целью данного исследования является обобщение подходов к оценке риска здоровью для пороговых веществ и экологической комфортности для населения крупных городов, а также разработка и изложение соответствующих научно-методических подходов к упомянутой оценке.

Обзор известных методов оценки риска и разработка научно-методических подходов к его оценке. Существует достаточно много подходов к оценке риска здоровью населения крупных городов, в том числе и для пороговых веществ. Наиболее распространённые из них приняты на государственном уровне и изложены в соответствующих методических рекомендациях (МР 2.1.9.003–03), в которых под риском здоровью понимается вероятность развития неблагоприятного эффекта у индивидуума или группы людей при воздействии определённой дозы или концентрации опасного агента [2]. Применительно к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, риск — это ожидаемая частота вредных (нежелательных) эффектов у населения, возникающих от заданного воздействия загрязняющего вещества. Риск характеризуется тремя аспектами: вероятность, последствия реализации риска, значимость последствий [3].

Широкое распространение оценка риска здоровью в Российской Федерации получила в конце 90-х годов, тогда и возник ряд методик. Оценкой риска стали заниматься известные в

the formation of indicators for its achievement.

For this reason, the basic principles of the national methodology for health risk assessment have been formulated, which subsequently made it possible to create different models. In particular, the following assessment models have been developed, which can be divided into two classes:

- models based on “dose-effect” relationships for threshold substances;

- models for assessing the level of health risk for non-threshold substances, including carcinogens [1].

In this regard, the aim of this study is to generalize approaches to health risk assessment for threshold substances and environmental comfort for the population of large cities, as well as to develop and present appropriate scientific and methodological approaches to the assessment.

Review of the known risk assessment methods and the development of scientific and methodological approaches to risk assessment.

There are quite a few approaches to health risk assessment of large cities population, including threshold substances. The most widespread of them are accepted at the state level and stated in the corresponding methodical recommendations (MR 2.1.9.003–03) in which risk to health is understood as the probability of development of adverse effect for an individual or a group of people at the influence of a certain dose or concentration of a dangerous agent [2]. With regard to the impact of adverse environmental factors, the risk is the expected frequency of harmful (adverse) effects for the population arising from a given exposure to a pollutant. Risk is characterized by three aspects: probability, consequences of risk realization, significance of consequences [3].

Health risk assessment was widespread in the Russian Federation in the late 1990s, when a number of techniques emerged. The risk assessment was carried out by the known doctors of

настоящее время доктора медицинских наук А. В. Киселёв, К. Б. Фридман, С. Л. Авалиани, которые рассматривали риск исключительно с медицинской точки зрения. Наряду с вышеприведёнными методиками, появилась методика другого характера — доктора геолого-минералогических наук П. А. Ваганова. В ней оценивается частота возникновения дополнительного риска, то есть неблагоприятных ситуаций, появляющихся при определённых конкретных воздействиях, как дополнение к основному риску здоровью. Очевидно, что данная методика не рассматривает саму величину риска и является единственной в своём роде.

Как ранее отмечалось в данной статье, до сих пор не существует единой методики, которая могла бы учесть все параметры, необходимые для наиболее адекватного и приближенного к реальности результата. В течение всей жизни человек совершенствует способы оценки риска здоровью во взаимосвязи с качеством окружающей среды, создаёт свои персональные критерии риска. Поведение его направлено во многом на сознательное управление риском. Было бы неправильным не использовать такой эффективный природный механизм в решении задач, связанных с предупреждением отрицательного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения, как прогнозирование и управление [4].

Для создания в первом приближении адекватного метода оценки риска здоровью для пороговых веществ в данном исследовании изучены некоторые из основных существующих методик, выявлены их достоинства и недостатки. На основании этого сделан общий вывод и обозначены некоторые подходы, необходимые для создания универсального метода и разработки научно-методических основ обозначенной оценки.

На государственном уровне в 2004 году в России было принято Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р. 2.1.10.1920–04), в котором представлены основные положения

medical sciences A.V. Kiselev, K.B. Fridman, S.L. Avaliani, who considered risk only from a medical point of view. Along with the above mentioned techniques, there is a technique of a different nature developed by a doctor of geological and mineralogical sciences P.A. Vaganov. It assesses the frequency of occurrence of additional risk, that is, adverse situations that occur under certain specific effects, as a supplement to the main health risk. It is obvious that this technique does not consider the size of risk and is the only one of its kind.

As it was noted in this article, there is still no single methodology that could take into account all the parameters necessary for the most adequate and real result. Throughout life, a person improves the ways of health risk assessment in relation to the quality of the environment, creates his/her personal risk criteria. The behavior is focused mainly on conscious risk management. It would be wrong not to use such an effective natural mechanism in solving problems related to the prevention of negative impact of environmental factors on the health of the population as forecasting and management [4].

In order to create an adequate method of health risk assessment for threshold substances in the first approximation, in this study we have examined some of the main existing techniques, revealed their advantages and disadvantages. On this basis, a general conclusion is made and some approaches necessary for the creation of a universal method and the development of scientific and methodological foundations of the designated assessment are outlined.

At the state level, in 2004, Russia adopted the Guidelines on the assessment of risk to public health from exposure to chemicals that pollute the environment (Guidelines R. 2.1.10.1920–04), which presents the main provisions of the methodology for risk assessment, in particular, de-

методологии по оценке риска, в частности, подробно рассмотрены методики расчёта риска при различных экспозициях примесей.

В научном отношении в данном Руководстве под оценкой риска здоровью понимают последовательное, системное рассмотрение всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека, включая обоснование допустимых уровней воздействия.

Полная (базовая) схема оценки риска предусматривает проведение четырех взаимосвязанных этапов: идентификация опасности, оценка зависимости "доза-ответ", оценка экспозиции, характеристика риска. Перед проведением исследований по полной схеме чётко определяются цели и задачи исследований, формируется группа исследователей, в которую включают как специалистов по оценке риска, так и токсикологов, химиков, технологов, лиц, которые в последующем будут разрабатывать варианты управленческих решений и принимать решения по их реализации.

Несмотря на очевидные достоинства, данная схема оценки риска, изложенная в Руководстве, имеет некоторые недостатки: не учитывает способность веществ образовывать сложные соединения, находясь в воздушном пространстве; рассчитана с учётом средней массы человека, без учёта предыдущих и возможных в настоящий период заболеваний; основана на нормативном регламенте ПДК.

Методика А. Б. Ревича, сформулированная в конце XX — начале XXI вв., базируется на проведении эколого-эпидемиологической работы. Несмотря на ряд важных положительных моментов (простота расчетов, оценка «относительного риска», соответствие результатам исследований иностранных авторов и др.), она также имеет ряд проблем: сложность исследований контрольной группы; отсутствует учет отдаленных последствий воздействующих факторов; в уравнениях модели не учитывается экспозиция веществ.

Методика оценки риска, предложенная в работах А. В. Киселёва, основывается на общепринятых нормативных и научно-

tailed methods for calculating the risk of different exposures of impurities.

Scientifically speaking, the Guideline refer to health risk assessment as a consistent, systematic review of all aspects of health impact of the factor under consideration, including the rationale for the permissible levels of exposure.

The full (basic) scheme of risk assessment involves four interrelated stages: hazard identification, "dose-response" assessment, exposure assessment, risk characterization. Before carrying out a full-scale research, the objectives and tasks of the research are clearly defined, a group of researchers is formed, which includes both risk assessment specialists and toxicologists, chemists, technologists, persons who will subsequently develop options for management decisions and make decisions on their implementation.

Despite the obvious advantages, this scheme of risk assessment, outlined in the Guidelines, has some drawbacks: does not take into account the ability of substances to form complex compounds in the air; it is calculated taking into account the average weight of a person, without taking into account previous and possible diseases during this period; it is based on MPC regulations.

The method of A.B. Revich, formulated in the late XX — early XXI centuries is based on ecological and epidemiological work. Despite a number of important positive aspects (simplicity of calculations, assessment of "relative risk", correspondence to the results of studies by foreign authors, etc.), it also has a number of problems: the complexity of the control group studies; there is no record of the long-term effects of influencing factors; the model equations do not take into account the exposure of substances.

The method of risk assessment proposed in the works of A. V. Kiselev is based on the generally accepted normative and scientific-methodological documents, which have the basic

методологических документах, в которых изложены основополагающие постулаты оценки риска здоровью [5]. Они, как и предыдущие методики, предполагают выполнение четырёх основных этапов: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза-эффект», характеристика риска.

Дозозависимая реакция организма определяется экспериментально на уровне достаточно высоких, явно действующих доз, а оценка реального уровня загрязнения осуществляется методом экстраполяции.

Методика А. В. Киселева, отличающаяся простотой изложения и формул для оценки, базируется на концепции ПДК, что делает ее в некоторой степени уязвимой.

Наконец, для описания связи между дозой и откликом на неё, в случае пороговых веществ, в работах П. А. Ваганова предложены две модели: *линейно-квадратичная* и *модель Вейбулла-Гнеденко*, которые позволяют рассчитать частоты (частости) дополнительного риска здоровью, исходя из понимания того, что риск — понятие вероятностное. Из-за сложности оценивания полного риска, в случае с пороговыми веществами, рассчитывается величина дополнительного риска для конкретного токсиканта (порогового вещества).

Ведущими критериями для выбора химических веществ, потенциально ухудшающих здоровье населения, согласно Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, должны выступать их токсические свойства, распространенность в окружающей среде и вероятность их воздействия на человека. Обязательно учитываются количество вещества, поступающее в окружающую среду; численность населения, потенциально подверженного воздействию; высокая стойкость (персистентность) вещества в объекте окружающей среды; способность к биоаккумуляции; способность вещества к межсредовому распределению; опасность для здоровья человека (способность вызывать вредные эффекты: необратимые, отдаленные, обладающие

postulates of health risk assessment [5]. They, like previous techniques, involve four main stages: hazard identification, exposure assessment, ‘dose-effect’ assessment, and risk characterization.

Dose-dependent reaction of the organism is determined experimentally at the level of sufficiently high, clearly acting doses, and the assessment of the actual level of pollution is carried out by extrapolation.

The method of A.V. Kiselev, characterized by simplicity of presentation and evaluation formulas, is based on the concept of MPC, which makes it somewhat vulnerable.

Finally, the works of P.A. Vaganov propose two models to describe the relationship between dose and response to it in the case of threshold substances: *linear-quadratic model* and *Weibull-Gnedenko model*, which allow calculating the frequency of additional health risk, according to the understanding that the risk is the concept of probability. Due to the difficulty of assessing the total risk, in case of threshold substances, the value of additional risk for a particular toxicant (threshold substance) is calculated.

According to the Guidelines for assessing the risk to public health from chemicals that pollute the environment, the leading criteria for selecting chemicals that potentially degrade the health of the population should be their toxic properties, their prevalence in the environment and the likelihood of their influence on humans. It is necessary to take into account the amount of the substance entering the environment; the potentially exposed population; high resistance (persistence) of the substance in the environment; the ability to bioaccumulate; the ability of the substance to intermediate distribution; danger to human health (the ability to cause harmful effects: irreversible, distant, with a high medical and social significance). In this case, the main and determining cri-

высокой медико-социальной значимостью). В данном случае основными и определяющими критериями формирования перечня приоритетных веществ явились наличие и доступность адекватных данных о веществах, населении, подвергающемуся воздействию, а также токсичность веществ.

Применение *линейно-квадратичной модели* позволило сформулировать следующие промежуточные выводы: величина частоты возникновения дополнительного риска напрямую зависит от величины дозы — чем выше доза, тем выше вероятность возникновения риска здоровью. Чем больше доза токсиканта (D), тем меньше коэффициенты a и b , уменьшение которых приводит к росту вклада квадратичного члена в значение частоты риска здоровью. Чем меньше доза токсиканта (D), тем ближе значение квадратичного члена к 0, что приводит к росту вклада линейной части модели в значение частоты дополнительного риска. Так как коэффициент b должен быть всегда положительным членом, то необходимо соблюдение следующего условия — $qe_{,1}/D_2 > qe_{,2}/D_1$, а $D_1 > D_2$ или $qe_{,1}/D_2 < qe_{,2}/D_1$, а $D_1 < D_2$. Коэффициент a всегда можно рассчитать как положительное число. Если $D = 0$, то и $qe = 0$.

Осуществление расчетов частоты дополнительного риска с использованием *модели Вейбулла-Гнеденко*, предполагающей учет степенной (экспоненциальной) зависимости между дозой и эффектом, позволило установить следующие закономерности: если дозы первого вещества и второго приблизительно одинаковы, то, чем меньше разность между частотой первого вещества и частотой второго вещества, тем частоту неблагоприятных эффектов от индикаторного вещества меньше. Чем меньше соотношение дозы первого вещества к дозе второго вещества, тем частоту неблагоприятных эффектов ниже. Так как коэффициент b должен быть всегда положительным членом, то необходимо выполнение следующего условия: если $D_1 > D_2$, то $qe_{,1} > qe_{,2}$; если $D_1 < D_2$, то $qe_{,1} < qe_{,2}$. Коэффициент a всегда можно рассчитать как положительное число; если $D =$

teria for the establishment of the list of priority substances were the availability and accessibility of adequate data on substances, affected population and toxicity.

The use of *linear-quadratic model* allowed formulating the following intermediate conclusions: the frequency of occurrence of additional risk depends on the dose — the higher the dose is, the higher the probability of health risk is. The higher the dose of toxicant (D) is, the lower the coefficients a and b are, the reduction of which leads to an increase in the contribution of the quadratic term to the value of health risk frequency. The lower the dose of a toxicant (D) is, the closer the value of the quadratic term to 0 is, which leads to an increase of the contribution of the linear part of the model to the value of the relative frequency of additional risk. Since coefficient b must always be positive, the following conditions must be met: $qe_{,1}/D_2 > qe_{,2}/D_1$, а $D_1 > D_2$ or $qe_{,1}/D_2 < qe_{,2}/D_1$, а $D_1 < D_2$. The coefficient a can always be calculated as a positive number. If $D = 0$, then $qe = 0$.

The calculation of the frequency of additional risk using *Weibull-Gnedenko model*, assuming the account of power (exponential) dependence between dose and effect, allowed us to establish the following regularities: if the dose of the first substance and the second one are approximately the same, then the smaller the difference between the frequency of the first substance and the frequency of the second substance is, the less frequency of adverse effects of the indicator substance is. The lower the ratio of the dose of the first substance to the dose of the second substance is, the lower the frequency of adverse effects is. Since coefficient b must always be positive, the following condition must be met: if $D_1 > D_2$, then $qe_{,1} > qe_{,2}$; if $D_1 < D_2$, then $qe_{,1} < qe_{,2}$. The coefficient a can always be calculated as a positive number; if $D = 0$, then the frequency of the health risk is 0.

0, то и частота риска здоровью равна 0.

Обобщив основные результаты практического применения моделей, представленных в работах П. А. Ваганова, можно сформулировать следующие основные выводы:

— указанные модели не учитывают физико-химические особенности веществ, способы поступления в организм человека (ингаляционный, пероральный, кожный), половозрастные особенности организма;

— невозможно оценить воздействие всех потенциально вредных веществ;

— всесторонняя оценка риска воздействия на здоровье человека токсикантов хотя и желательна, но реально неосуществима из-за большого объема исследования и требуемых материальных ресурсов, а также из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной опасности ряда химических соединений;

— расчёты по обеим моделям искажают выходные данные. Однако, для оценки риска здоровью от веществ, поступающих в окружающую среду, больше подходит использование линейно-квадратичной модели за счет возможности учёта линейной зависимости между дозой и эффектом от неё.

В целом, на основании вышеизложенного представляется, что научно-методические подходы для оценки риска здоровью в случае пороговых веществ должны учитывать и отражать:

— экспозицию воздействующего вещества (путь, время, количество);

— комплексность, комбинированность, многосредовость поступления вещества в организм человека;

— способность вещества превращаться и образовывать сложные соединения в воздушном пространстве [6];

— предысторию заболеваний человека и нынешнее состояние здоровья (возможно заполнение анкеты обследуемым) [7];

— массу тела человека;

— половозрастные особенности организма;

— нелинейную связь между величиной дозы

Summarizing the main results of practical application of the models presented in the works of P.A. Vaganov, it is possible to formulate the following main conclusions:

- these models do not take into account physical-chemical characteristics of substances, ways of entering human body (inhalation, oral, skin), age and sex characteristics of a body;

- it is impossible to assess the impact of all potentially harmful substances;

- a comprehensive health risk assessment of toxicants influence, although desirable, is not feasible due to the large amount of research and material resources required, as well as the lack of adequate data on the levels of exposure and potential hazard of a number of chemical compounds;

- calculations on both models distort the output data. However, to assess health risk from substances entering the environment, it is more appropriate to use the linear-quadratic model due to the possibility of taking into account the linear dependence between the dose and the effect on it.

In general, on the basis of the above mentioned, it appears that scientific and methodological approaches to health risk assessment for threshold substances should take into account and reflect:

- exposure of influencing substances (path, time, number);

- complexity, combination, multi-mediality of the substance in the human body;

- the ability of the substance to develop and form complex compounds in the air [6];

- past medical history of a human and the current state of health (it is possible to fill in the questionnaire) [7];

- body weight of a person;

- age and sex characteristics of a body;

- non-linear connection between the magnitude of dose and effect, determined by it.

и эффектом, ею обуславливаемом.

Кроме того, основное оценочное уравнение должно базироваться на уравнениях линейно-квадратичной модели, поскольку она позволяет получать, по-видимому, наиболее объективные результаты, дополнением которой должна быть система уравнений, позволяющих учитывать необходимые вышеперечисленные условия и параметры.

С другой стороны, для решения проблемы ухудшения качества окружающей среды необходимо учитывать не только антропогенное влияние на нее, но и рассматривать так называемую природную составляющую окружающей среды. При этом ее исследование и учет при осуществлении эколого-географической оценки, очевидно, позволит получать максимально объективные результаты. В этой связи представляется целесообразным разработку методики оценки климатической комфортности территории, которая базируется на соответствующей концепции климатической комфортности и включает ряд показателей учета влияния природной среды на человека [8, 9].

Методика предполагает расчет ряда биометеорологических показателей, а также определение и интерпретацию интегрального показателя климатической комфортности (ИПБК).

В частности, на первом этапе оценивается тепловое воздействие на организм при помощи таких параметров, как: эквивалентно-эффективная температура (ЕТ), биологически активная температура (БАТ), радиационная эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ), сальдо теплового баланса тела человека (Q). Второй этап реализации методики предполагает осуществление оценки степени патогенности метеоусловий (I). На третьем этапе предусматривается оценивание потенциала самоочищения атмосферы (Km).

Интегральный показатель биоклиматической комфортности, как итог реализации описанной методики, предлагается определять в виде суммы баллов биоклиматической оценки, полученных на трех этапах. Разработанный ин-

In addition, the main estimation equation should be based on the equations of the linear-quadratic model, since, apparently, it allows obtaining the most objective results, supplemented by a system of equations, allowing taking into account the necessary conditions and parameters listed above.

On the other hand, to solve the problem of environmental degradation, it is necessary to take into account not only the anthropogenic impact on the environment, but also to consider the so-called natural component of the environment. At the same time, its research and taking into account in the implementation of environmental and geographical assessment, obviously, will allow obtaining the most objective results. In this regard, it is advisable to develop a methodology for assessing the climatic comfort of the territory, which is based on the relevant concept of climatic comfort and includes a number of indices for the influence of the natural environment on humans [8, 9].

The methodology involves the calculation of a number of biometeorological indicators, as well as the definition and interpretation of the integrated indicator of climatic comfort (IICC).

In particular, at the first stage, the thermal effect on the body is estimated using such parameters as: equivalent-effective temperature (ET), biologically active temperature (BAT), radiation equivalent-effective temperature (RQET), the balance of the thermal balance of the human body (Q). The second phase of the methodology involves assessing the pathogenicity degree of weather conditions (I). The third stage involves assessing the potential for self-purification of the atmosphere (Km).

As a result of the described technique, the integral index of bioclimatic comfort is proposed to determine in the form of the sum of bioclimatic

тегральный показатель, представляющий собой сумму баллов всех трех этапов оценки климатической комфортности, универсален для любой исследуемой территории и позволяет выявить такие характеристики, как: комфорт, дискомфорт и умеренный дискомфорт. При этом учтено важное влияние собственно метеорологических факторов на здоровье, а также возможность снижения загрязненности тропосферы вследствие ее потенциала к самоочищению.

Очевидно, что данное представление о необходимой реализации трех этапов оценки климатической комфортности, а также принятие во внимание таких биометеорологических индексов и показателей, как ET, BAT, РЭЭТ, Qs, I, Km, является авторским подходом к решению проблемы разработки показателя упомянутой оценки.

Заключение. В заключении стоит отметить, что разработанные подходы позволяют оценивать риск здоровью населения, связанный с антропогенной составляющей, а оригинальная концепция оценки эколого-климатической комфортности обеспечит всесторонность учета факторов природной среды, что, в свою очередь, будет способствовать повышению объективности осуществляемых оценок, направленных в конечном итоге на улучшение качества жизни населения в рамках актуального «устойчивого развития человечества».

Библиографический список

1. Лукьянова, Н. И. Проблемы оценки риска здоровью населения мегаполисов (на примере отдельных районов г. Санкт-Петербурга) / Н. И. Лукьянова, Е. С. Попова // Экологическая химия. — 2011. — Т. 20, № 2. — С. 114–120.
2. Андреев, С. С. Краткая биоклиматическая характеристика Ростовской области / С. С. Андреев, Е. С. Андреева // Метеорология

evaluation obtained at three stages. The developed integral index, which is the sum of all three stages of the of climatic comfort assessment, is universal for any area and allows you to identify characteristics such as comfort, discomfort and moderate discomfort. This takes into account the important impact of meteorological factors on health, as well as the possibility of reducing the pollution of the troposphere due to its potential for self-purification.

It is obvious that this idea of the necessary implementation of the three stages of climate comfort assessment, as well as taking into account such biometeorological indices and indicators as ET, BAT, RQET, Qs, I, Km, is the author's approach to the problem of developing an index of the mentioned assessment.

Conclusion. In conclusion, it should be noted that the developed approaches will allow you to assess the health risk associated with the anthropogenic component, and the original concept of environmental and climatic comfort assessment will provide a comprehensive account of environmental factors, which, in turn, will contribute to the improving the assessments objectivity, aimed ultimately at improving the quality of life of the population within the framework of the current "sustainable development of humankind".

References

1. Lukyanova, N.I., Popova, E.S. Problema otsenki riska zdorov'yu naseleniya megapolisov (na primere otdel'nykh rayonov g. Sankt-Peterburga). [Problems of health risk assessment of a megapolis population (on the example of some areas of St.-Petersburg).] *Ekologicheskaya khimiya*, 2011, vol. 20, no. 2, pp. 114-120 (in Russian).
2. Andreev, S.S., Andreeva, E.S. Kratkaya bioklimaticheskaya kharakteristika Rostovskoy oblasti. [Brief bioclimatic characteristics of the Rostov region.] *Meteorologiya i gidrologiya*, 2004, no. 8, pp.

и гидрология. — 2004. — № 8. — С. 53–60.

3. Андреев, С. С. Биоклиматическая характеристика Ростовской области по индексу патогенности метеорологической ситуации / С. С. Андреев, Е. С. Андреева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2003. — № 9. — С. 67.

4. Andreyev S.S., Popova E.S. Ecologic-geographical estimation of climatic comfortness of Rostov-on-Don//European Journal of Natural History, 2013, №5, с. 32 – 34.

5. Андреев, С. С. Сравнительная оценка климатической комфортности прибрежных территорий на примере гг. Азов и Сочи // Proceedings of the 6rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies». — St. Louis, Missouri, USA, 2015. — С 78–84.

6. Андреева, Е. С. Методические подходы к оценке эколого-географической комфортности территории / Е. С. Андреева, С. С. Андреев И. Н. Липовицкая // Мат-лы науч.-практ. конф. «Строительство и архитектура — 2017». — Ростов-на-Дону, 2017. — С. 333–337.

7. Андреев, С. С. Оценка климатической комфортности прибрежной территории на примере г. Туапсе / С. С. Андреев, Е. С. Попова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия 7. Геология. География. — 2015. — № 4. — С. 144–149.

8. Андреев, С. С. Колебания среднегодовой температуры воздуха по данным г. Махачкала / Уйташ в 1882–2015 гг. / С. С. Андреев, Е. С. Попова // Успехи современного естествознания. — 2017. — №5. — С. 72–77.

9. Andreev S.S., Popova E.S. Global warm-

53-60 (in Russian).

3. Andreev, S.S., Andreeva, E.S. Bioklimaticheskaya kharakteristika Rostovskoy oblasti po indeksu patogennosti meteorologicheskoy situatsii. [Bioclimatic characteristics of the Rostov region on the pathogenicity index of the meteorological situation.] Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Estestvennye nauki. [Proceedings of higher educational institutions. The North Caucasus region. Series: Natural Sciences.] 2003, no. 9, 67 p. (in Russian).

4. Andreyev, S.S., Popova, E.S. Ecologic-geographical estimation of climatic comfortness of Rostov-on-Don. European Journal of Natural History, 2013, vol. 5, pp. 32 – 34.

5. Andreev, S.S. Sravnitel'naya otsenka klimaticheskoy komfortnosti pribrezhnykh territoriy na primere gg. Azov i Sochi. [Comparative assessment of coastal territories climatic comfort on the example of Azov and Sochi.] Proceedings of the 6rd International Academic Conference "Applied and Fundamental Studies". St. Louis, Missouri, USA, 2015. - 78-84.

6. Andreeva, E.S., Andreev, S.S., Lipovitskaya, I.N. Metodicheskie podkhody k otsenke ekologo-geograficheskoy komfortnosti territoriy. [Methodological approaches to eco-geographical areas comfort assessment of territories.] Mat. nauch.-prakt. konf. "Stroitel'stvo i arkhitektura". [Mat. of sci.-pract. conf. "Construction and architecture-2017".] Rostov-on-Don, 2017, pp. 333-337 (in Russian).

7. Andreev, S. S., Popova, E.S. Otsenka klimaticheskoy komfortnosti pribrezhnoy territorii na primere g. Tuapse. [Environmental comfort assessment of coastal territory by the example of Tuapse.] Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta, Seriya 7. Geologiya. Geografiya, 2015, no. 4, pp. 144-149 (in Russian).

8. Andreev, S.S., Popova, E.S. Kolebaniya srednegodovoy temperatury vozdukha po dannym g. Makhachkala / Uytash v 1882-2015 gg. [Fluctuations of average annual air temperature according to Makhachkala / Uytash in 1882-2015.] Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, no. 5, pp. 72-77 (in Russian).

9. Andreev, S.S., Popova, E.S. Global warming

ing and anthropogenic factor//European Journal of Natural History. 2012, №4, С. 27 – 28.

10. Андонова, А. С. Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского Севера / А. С. Андонова [и др.]; под ред. Н. С. Касимова, Л. Н. Карлина. — Санкт-Петербург : Изд-во РГГМУ. —2013. — 124 с.

11. Лондарева, Л. А. Факторы и принципы регулирования рынка стоимости земли и объектов жилищного строительства / Л. А. Лондарева, В. А. Терентьев, О. А. Побегайлов // Инженерный вестник Дона. — 2013. — Т. 27, № 4. — С. 156.

12. Лондарева, Л. А. Сущность регулирования как функция управления недвижимостью в современных условиях / Л. А. Лондарева, В. А. Терентьев // Современные проблемы промышленного и гражданского строительства: мат. межд. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону, 2013. — С. 176–178.

13. Денисов, О. В. Проектирование комфортной и безопасной среды жизнедеятельности как фактор здоровьесбережения // О. В. Денисов, А. Е. Пономарев, М. А. Басилаиа // Молодой ученый. — 2016. — № 6 (110). — С. 763–767.

14. Пономарев, А. Е. Расчет риска нарушения здоровья при отказе системы вентиляции в «палатке сварщика» / А. Е. Пономарев, О. В. Денисов // Психолого-педагогические и физиологические аспекты построения физкультурно-оздоровительных программ и обеспечение их безопасности: сб. мат. третьей междунар. науч. конф. — Ростов-на-Дону. — 2016. — С. 161–65.

15. Лазарева, Е. О. Инновационные подходы к прогнозированию уровня загрязнения

and anthropogenic factor. European Journal of Natural History. 2012, no. 4, pp. 27 – 28.

10. Andonova, A.S. et al., ed. by Kasimov, N.S., Karlin, L.N. Vliyanie izmeneniy klimata i opasnykh prirodnykh yavleniy na prirodopol'zovanie Evropeyskogo Severa. [Impact of climate change and natural hazards on the environmental management of the European North.] St. Petersburg: Izd-vo RGGMU, 2013, 124 p. (in Russian).

11. Londareva, L.A., Terentev, V.A., Pobegaylov, O.A. Faktory i printsipy regulirovaniya rynka stoimosti zemli i ob'ektov zhilishchnogo stroitel'stva. [Factors and principles for the regulation of the market value of the land and housing projects.] Inzhinerny vestnik Dona, 2013, vol. 27, no. 4, pp. 156 (in Russian).

12. Londareva, L.A., Terentev, V.A. Sushchnost' regulirovaniya kak funktsiya upravleniya nedvizhimost'yu v sovremennykh usloviyakh. [Nature of regulation as a function of property management in modern conditions.] Sovremennye problemy promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva: mat. mezhd. nauch.-prakt. conf. [Modern problems of industrial and civil engineering: proc. of international sci.-pract. conf.] Rostov-on-Don, 2013, pp. 176-178 (in Russian).

13. Denisov, O.V., Ponomarev, A.E., Basilaia, M.A. Proektirovanie komfortnoy i bezopasnoy sredy zhiznedeyatel'nosti kak faktor zdorov'esberezheniya. [Design of comfortable and safe environment of vital activity as a factor of health saving.] Molodoy ucheny, 2016, no. 6 (110), pp. 763-767 (in Russian).

14. Ponomarev, A.E., Denisov, O.V. Raschet riska narusheniya zdorov'ya pri otkaze sistemy ventilyatsii v "palatke svarshchika". [Calculation of risk of damage to health in case of failure of the ventilation system in the "welder tent ".] Psikhologo-pedagogicheskie i fiziologicheskie aspekty postroeniya fizkul'turno-ozdorovitel'nykh program i obespechenie ikh bezopasnosti: sb. mat. tret'ey mezhdunar. nauch. conf. [Psychological-pedagogical and physiological aspects of health and fitness programs and ensuring their safety: coll. of mat. of the third international sci. conf.] Rostov-on-Don, 2016, pp. 161-65 (in Russian).

15. Lazareva, E.O., Lipovitskaya, I.N., Andreeva,

атмосферного воздуха крупных городов /
Е. О. Лазарева, И. Н. Липовицкая,
Е. С. Андреева // Инноватика и экспертиза:
научные труды. — 2017. — № 2 (20). — С. 46–
50.

Поступила в редакцию 12.04.2018

Сдана в редакцию 13.04.2018

Запланирована в номер 20.04.2018

Андреева Елена Сергеевна,
*профессор кафедры «Безопасность жизнедея-
тельности и защиты окружающей среды»
Донского государственного технического уни-
верситета (РФ, 344000, г. Ростов- на-Дону,
пл. Гагарина, 1), доктор географических наук,
доцент,
esameteo@mail.ru*

Андреев Сергей Сергеевич,
*профессор кафедры гуманитарных дисциплин
Ростовского института защиты предприни-
мателя (344029 Ростов-на-Дону, ул. Сер-
жантова, 2/104), доктор географических
наук, профессор,
esameteo@mail.ru*

E.S. Innovatsionnye podkhody k prognozirovaniyu
urovnya zagryazneniya atmosfernogo vozdukha
krupnykh gorodov. [Innovative approaches to fore-
casting the level of air pollution in big cities.] Inno-
vatika i ekspertiza: nauchnye Trudy, 2017, no. 2
(20), pp. 46-50 (in Russian).

Received 12.04.2018

Submitted 13.04.2018

Scheduled in the issue 20.04.2018

Andreeva, Elena Sergeevna,
*professor of the Life and Environment Protection
Sciences Department, Don State Technical
University (RF, 344000, Rostov-on-Don,
Gagarin Square, 1), Dr.Sci. (Geography),
associate professor,
esameteo@mail.ru*

Andreev Sergey Sergeevich,
*professor of the Department of Humanitarian
Disciplines of the Rostov Institute of Entrepre-
neurship Protection (344029 Rostov-on-Don,
Serzhantova street, 2/104), Dr.Sci. (Geography),
professor,
esameteo@mail.ru*