

А. Е. Бородкин

**Медико-географические особенности субрегионального зонирования
по сравнительной неканцерогенной опасности
(на примере Ярославской области)**

Статья рассматривает подходы к медико-географической оценке муниципальных районов Ярославской области с помощью процедур идентификации опасности – одного из ключевых этапов оценки риска здоровью населения. Используемый критерий сравнительной неканцерогенной опасности позволил зонировать по их вероятной приоритетности районы области, в которых можно предполагать увеличение неканцерогенных рисков здоровью населения. Такой подход показал возможность для эффективного определения приоритетных территорий для контроля и мониторинга потенциальной опасности и оценки эффективности управленческих решений по снижению негативного воздействия.

Ключевые слова: оценка риска здоровью, неканцерогенная опасность, Ярославская область, идентификация опасности, оценка приоритетности, индекс сравнительной неканцерогенной опасности, медицинская география, зонирование, устойчивое развитие, атмосферный воздух, загрязняющие вещества.

A. E. Borodkin

**Medico-geographical features of subregional zoning
for comparative non-carcinogenic hazard (in the Yaroslavl region)**

Article considers approaches to medico-geographical assessment of municipal districts of the Yaroslavl region by means of procedures of identification of danger – one of key evaluation stages of risk to health of the population. The used criterion of

comparative non-carcinogenic hazard has allowed to zone districts of the area on their probable priority. In these districts increase of non-carcinogenic risks to health of the population can assume. Such approach has shown a possibility for effective definition of priority territories for control and monitoring of potential danger and for assessment of efficiency of administrative decisions on decrease of negative impact.

Keywords: health risk assessment, non-carcinogenic hazard, Yaroslavl region, hazard identification, evaluation priority, index of comparative non-carcinogenic hazard, medical geography, zoning, sustainable development, atmospheric air, pollutants.

Современные общемировые процессы развития городов характеризуются формированием особых географических пространств угроз, опасностей и рисков, в том числе для здоровья населения. Пространство рисков, в терминах географии, можно представить как особый вид геопространства, имеющего свои особенности и характеризующегося динамичностью, анизотропностью, а также квазифрактальностью. По мнению Г. А. Фоменко, «...повышение внимания к рискам здоровью человека формирует новый взгляд на приоритетные цели развития и государственное регулирование как на рефлексию и реакцию на производство, распространение и “потребление” таких рисков...» [16]. Наиболее интенсивно развиваются направления гигиены окружающей среды, экологии человека, медицинской географии в части изучения влияния социально-экономических факторов и среды обитания на здоровье населения. Постепенный переход к «зеленой» экономике еще крепче связывает экономические механизмы совершенствования природоохранной деятельности с медико-экологическими и геоэкологическими критериями, что позволяет расширить взгляды на оценку эффективности природоохранных мероприятий на территории с точки зрения улучшения здоровья населения и минимизации рисков здоровью [3]. В некотором смысле рассматриваются пространства здоровья или

болезни, но совсем не рассматриваются пространства риска, в том числе риска здоровью.

В российской практике наиболее глубоко изучены медико-географические вопросы в работах, выполненных под руководством С. М. Малхазовой [6]; медико-географическое картографирование, моделирование отражены в исследованиях В. С. Тикунова, Б. И. Кочурова [4] и др. Важное научное значение имеют результаты работ Б. Б. Прохорова [8], С. А. Куролапа [5] и других по экологии человека, изучению общественного здоровья и медико-экологическому прогнозированию. Важное прогностическое значение имеют вопросы оценки риска здоровью населения. Одной из приоритетных задач социально-экономического развития Российской Федерации является внедрение эффективных мероприятий, снижающих уровень экологически обусловленной заболеваемости, риск неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и актуализирующих профилактические процедуры [9]. Результаты многочисленных исследований по оценке рисков здоровью населения (Г. Г. Онищенко, С. Л. Авалиани, Б. А. Ревич, К. А. Буштуева, С. М. Новиков, Н. В. Зайцева, И. В. Май, Т. Е. Бобкова, О. О. Сеницына, Т. А. Шашина и др.) показывают высокую прогностическую способность показателей риска, позволяющих разрабатывать и обосновывать управленческие механизмы [1, 2, 7, 10, 13].

Показатели территориального здоровья были использованы Г. А. Фоменко в работах по типизации эколого-социально-экономической обстановки на территории Ярославской области по степени напряженности и экономическим возможностям [15]. Исследования в области оценок существующих и возможных рисков, оказывающих влияние на безопасность жизнедеятельности населения, выполненные А. А. Тишковым, имеют предложения по индикаторам и индексам, характеризующим безопасность жизнедеятельности населения Россий-

ской Федерации в сфере глобальной экологии и экологической безопасности [14]. В Ярославской области подходы к медико-географическому территориальному анализу отражаются в интересных и важных, в практическом отношении, исследованиях Л. Н. Вдовиной, И. С. Сеницына [12]. Однако данные исследования опираются, в первую очередь, на медико-статистические показатели – на число заболеваний, их распространенность и структуру, что не позволяет в полной мере рассмотреть прогностические характеристики и оценить медико-экологические нагрузки.

Актуальность данного вопроса в Российской Федерации также согласуется с зарубежным опытом, где показатели комплексного негативного воздействия факторов среды обитания, качества здоровья и уровней экологических рисков здоровью населения являются приоритетными индикаторами социально-экономического развития стран Евросоюза. В мировом масштабе, по данным ВОЗ, рискованная ситуация характеризуется тем, что загрязнение атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений, некачественное водоснабжение и неудовлетворительные санитарные условия жизни, последствия изменения климата являются причиной примерно 8–9 % глобальных случаев преждевременной смерти и «бремени болезней» у населения мира [18]. Для стран с низким и средним уровнем дохода большинство смертей связано с загрязненным воздухом помещений, в странах с высокими доходами основной экологический риск смертности приходится на загрязнения воздуха городских территорий (Таблица 1).

Интеграция результатов анализа заболеваемости населения в процедурах оценки риска здоровью практически не наблюдается, а важность учета уровней здоровья в оценках риска определяется возможностью грамотно подходить к разработке сценариев воздействия, корректно сопоставлять прогнозные и реальные негативные эффекты, что помогает более точно строить мониторинговые механизмы. Использование показателей опасности потенциально вредных

факторов в медико-географическом анализе (с учетом территориальных особенностей заболеваемости населения) позволяет расширить взгляды на оценку эффективности мероприятий по управлению рисками с точки зрения улучшения здоровья населения и состояния окружающей среды, тем самым обозначая актуальность рассматриваемого вопроса. *Целью* работы является территориальный медико-географический анализ муниципальных районов Ярославской области по сравнительной неканцерогенной опасности, обусловленной химическим загрязнением атмосферного воздуха, для последующего определения приоритетных территорий в целях контроля и мониторинга потенциальной опасности и оценки эффективности управленческих решений по снижению негативного воздействия.

Таблица 1

Смертность, связанная с наиболее приоритетными экологическими рисками (%)

| Риск | Смертность, % | | |
|---|---------------|---|-------------------------------------|
| | В мире | В странах с низким и средним уровнем дохода | В странах с высоким уровнем доходов |
| Дым в помещениях от сжигания твердых видов топлива | 3,3 | 3,9 | 0,0 |
| Загрязненная вода, несоблюдение санитарии и гигиены | 3,2 | 3,8 | 0,1 |
| Загрязнение атмосферного воздуха в городах | 2,0 | 1,9 | 2,5 |
| Глобальное изменение климата | 0,2 | 0,3 | 0,0 |
| <i>Все рассмотренные экологические риски</i> | 8,7 | 9,9 | 2,6 |

Источник: World Health Organization (WHO) (2009a) Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks, WHO, Geneva.

Материалы и методы. Характеристика выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников анализировалась в территориальном разрезе (Ярославль, Рыбинск, Большесельский, Борисоглебский, Брейтовский, Гаврилов-Ямский, Даниловский, Любимский, Мышкинский, Некоузский, Некрасовский, Первомайский, Переславский, Пошехонский, Ростовский, Рыбинский, Тутаевский, Угличский, Ярославские районы) за период 2000–2013 гг. на основании официальных статистических данных [17]. В качестве рассматриваемых загрязнителей были приняты вещества, указанные в официальных статистических источниках. Типизация муниципальных районов и анализ уровней сравнительной неканцерогенной опасности опирались на сведения об объемах поступлений в окружающую среду и численности населения, результаты математического моделирования рассеивания загрязнений и особенности их поведения в атмосферном воздухе, на данные мониторинга содержания химических соединений в атмосферном воздухе, а также на данные о токсических эффектах с учетом значений референтных уровней воздействия. Вычисление индекса сравнительной неканцерогенной опасности (HRI) осуществлялось согласно Руководству Р 2.1.10.1920–04 по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента неканцерогенного эффекта, устанавливаемого в зависимости от значений референтных концентраций [11]. Моделирование пространственных особенностей сравнительной неканцерогенной опасности выполнено с использованием геоинформационной системы ArcGis 10.1.

Результаты и их обсуждение. Анализ территориальных особенностей неканцерогенной опасности от загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является одним из ключевых этапов многосторонних исследований по оценке риска здоровью населения Ярославской области. Используемый подход показал возможность определить территории области, характеризующиеся наибольшей экспозиционной нагрузкой, со значительной вероятностью увеличения

неканцерогенных рисков здоровью населения при хроническом воздействии токсикантов. Географический анализ с использованием суммарного индекса сравнительной неканцерогенной опасности демонстрирует приоритетные территории Ярославской области, в которых можно предполагать увеличение неканцерогенных рисков здоровью населения (Рис. 1). В приоритетные зоны Ярославской области входят Ярославль и Рыбинск, Ярославский, Мышкинский, Большесельский, Переславский, Ростовский и Даниловский районы.

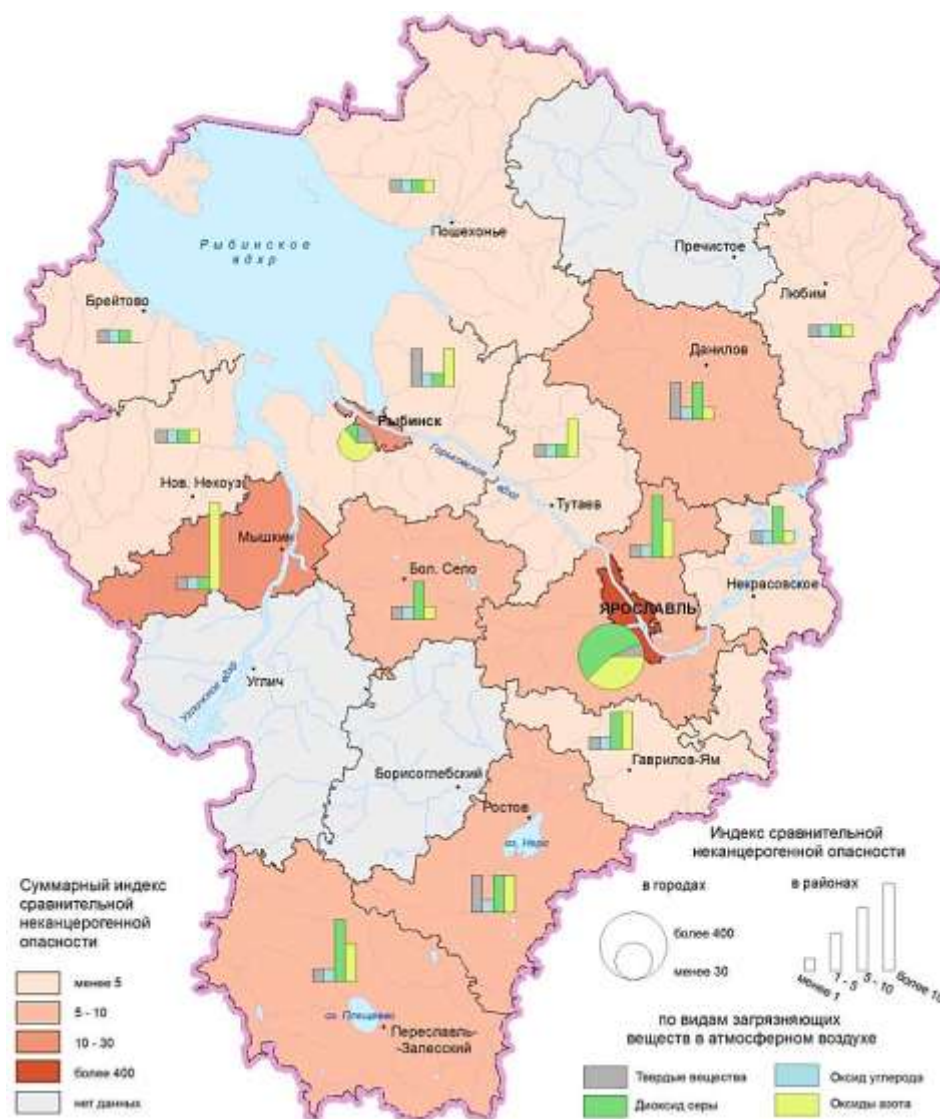


Рисунок 1. Характеристика муниципальных районов Ярославской области по уровням сравнительной неканцерогенной опасности

Источник: данные Института «Кадастр», 2014–2015 гг.

Индексы сравнительной неканцерогенной опасности по основным контролируемым загрязнителям атмосферного воздуха (твердые вещества, оксиды углерода и азота, диоксид серы) позволили ранжировать и определить их приоритетность. Так, гигиеническую значимость показывают диоксид серы (первый ранг) и оксиды азота, в ряде муниципальных районов – взвешенные вещества.

Следует отметить, что в настоящее время выбор контролируемых загрязняющих веществ не опирается на характеристики опасности и рисков здоровью, что является несомненным пробелом в процедурах контроля и надзора. Выполненные исследования по оценке приоритетности загрязняющих веществ в Ярославской области, обоснованные с учетом различных прогнозных токсикологических критериев, весовых коэффициентов, уровней неканцерогенных рисков, промышленной специфики, по наиболее крупным локальным территориям и отдельным объектам и автомагистралям области позволили расширить данный перечень загрязнителей до 17 веществ. По нашим данным, к веществам, имеющим наибольшие индексы сравнительной неканцерогенной опасности, относятся диметиламин, акролеин, малеиновая кислота, серы диоксид, марганец и его соединения, азота диоксид и азота оксид.

Они оказывают рефлекторное токсическое и общетоксическое действие, негативно влияя на центральную нервную систему и органы дыхания. Немаловажное значение в развитии негативных эффектов на органы дыхания имеют взвешенные вещества и пыли, особенно мелкодисперсные (PM_{10} , $PM_{2,5}$), данные загрязнители также имеют высокие индексы сравнительной неканцерогенной опасности. В медико-географическом отношении наибольшая экспозиционная нагрузка по основным контролируемым химическим токсикантам прослеживается в направлении с севера на юг области. При этом зоны повышенной экспозиционной нагрузки захватывают центральную часть, а также южную и юго-восточные части Ярославской области. В приоритетные зоны Ярославской области вошли Ярославль и Рыбинск, Ярославский, Большесельский, Переслав-

ский, Ростовский и Даниловский муниципальные районы. Отдельного внимания заслуживает Мышкинский муниципальный район, на территории которого в течение многих лет наблюдаются достаточно высокие уровни загрязнения, казалось бы, не свойственные для данного района, однако такая ситуация формируется в основном за счет оксидов азота выбрасываемых, вероятно, компрессорными станциями.

Таким образом, результаты работ, полученные в ходе изучения медико-географических особенностей субрегионального зонирования по сравнительной неканцерогенной опасности, имеют высокую гигиеническую значимость при выявлении приоритетных территорий для организации контроля и мониторинга потенциальной опасности, обоснования выбора контролируемых токсикантов (оценки приоритетности) и дальнейшего планирования управленческих решений по обеспечению нормативных требований к качеству среды обитания.

Библиографический список

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации [Текст] / Г. Г. Онищенко [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13.
2. Бобкова, Т. Е. Зонирование территории перспективной застройки с применением методологии оценки риска здоровью населения [Текст] / Т. Е. Бобкова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6 – С. 38–40.
3. Бородкин, А. Е. Особенности медико-географической типизации староосвоенных регионов на основе оценки риска здоровью населения (на примере Ярославской области) [Текст] / А. Е. Бородкин // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 5. – С. 191–199.
4. Кочуров, Б. И. Геоэкологическое картографирование [Текст] / Б. И. Кочуров. – М., 2009. – 218 с.

5. Куролап, С. А. Клепиков, О. В. Интегральное медико-экологическое зонирование как основа региональной стратегии устойчивого развития Воронежского региона [Текст] / С. А. Куролап, О. В. Клепиков // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. – 2013. – № 2. – С. 516–519.

6. Малхазова, С. М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз [Текст] / С. М. Малхазова. – М. : Научный мир, 2001. – 240 с.

7. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г. Г. Онищенко [и др.]. – М. : НИИЭЧиГос, 2002. – 408 с.

8. Прохоров, Б. Б., Тикунов, В. С. Медико-демографическая классификация регионов России [Текст] / Б. Б. Прохоров, В. С. Тикунов // Проблемы прогнозирования. – 2005. – № 5. – С. 142–152.

9. Рахманин, Ю. А., Сеницына, О. О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды [Текст] / Ю. А. Рахманин, О. О. Сеницына // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5 – С. 4–9.

10. Ревич, Б. А. Экологические приоритеты и здоровье: социально уязвимые территории и группы населения [Текст] / Б. А. Ревич // Экология человека. – 2010. – № 7. – С. 3–9.

11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р 2.1.10.1920–04 [Текст]. – 143 с.

12. Сеницын, И. С., Вдовина, Л. Н. Региональные особенности заболеваемости злокачественными новообразованиями как индикатора экологического состояния территории (на примере Ярославской области) [Текст] / И. С. Сеницын, Л. Н. Вдовина // Формирование и реализация

экологической политики на региональном уровне: материалы VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции 24–25 октября 2013 г. – Ярославль, 2013. – С. 97–99.

13. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования [Текст] / Ю. А. Рахманин [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2 (10). – С. 4–11.

14. Тишков, А. А., Вайсфельд М. А., Масляков В. Ю. Биотические катастрофы и их последствия для биоты, экосистем и здоровья населения [Текст] / А. А. Тишков, М. А. Вайсфельд, В. Ю. Масляков // Изменение окружающей среды и климата: Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Т. III: Опасные природные явления на поверхности суши: механизм и катастрофические следствия. – М. : ИГ РАН, 2008. – С. 101–123.

15. Фоменко, Г. А. Регионализация систем управления природопользованием в условиях перехода к рынку [Текст] / Г. А. Фоменко. – Ярославль : ЯГПИ, 1993. – 182 с.

16. Фоменко, Г. А. Риски здоровью человека в контексте «зеленой экономики» [Текст] / Г. А. Фоменко // Труды XV съезда гигиенистов Украины (20–21 сентября, 2012). – Львов, 2012. – С. 264–265.

17. Экологическое состояние окружающей среды Ярославской области: статистический сборник [Текст] / Ярославльстат. – Ярославль, 2013.

18. Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks / World Health Organization. – Geneva, 2009. – p. 62.

Bibliograficheskij spisok

1. Analiz riska zdorov'yu v zadachah sovershenstvovaniya sanitarno-ehpidemiologicheskogo nadzora v Rossijskoj Federacii [Tekst] / G. G. Onishchenko [i dr.] // Analiz riska zdorov'yu. – 2014. – № 2. – S. 4–13.
2. Bobkova, T. E. Zonirovanie territorii perspektivnoj zastrojki s primeneniem metodologii ocenki riska zdorov'yu naseleniya [Tekst] / T. E. Bobkova // Gigiena i sanitariya. – 2009. – № 6. – S. 38–40.
3. Borodkin, A. E. Osobennosti mediko-geograficheskoy tipizacii staroosvoennyh regionov na osnove ocenki riska zdorov'yu naseleniya (na primere YAroslavskoj oblasti) [Tekst] / A. E. Borodkin // Problemy regional'noj ehkologii. – 2014. – № 5. – S. 191–199.
4. Kochurov, B. I. Geoehkologicheskoe kartografirovanie [Tekst] / B. I. Kochurov. – M., 2009. – 218 s.
5. Kurolap, S. A. Klepikov, O. V. Integral'noe mediko-ehkologicheskoe zonirovanie kak osnova regional'noj strategii ustojchivogo razvitiya Voronezhskogo regiona [Tekst] / S. A. Kurolap, O. V. Klepikov // Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2013. – № 2. – S. 516–519.
6. Malhazova, S. M. Mediko-geograficheskij analiz territorij: kartografirovanie, ocenka, prognoz [Tekst] / S. M. Malhazova. – M.: Nauchnyj mir, 2001. – 240 s.
7. Osnovy ocenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdejstvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih okruzhayushchuyu sredu / G. G. Onishchenko [i dr.]. – M. : NIIEHCHiGos, 2002. – 408 s.
8. Prohorov, B. B., Tikunov, V. S. Mediko-demograficheskaya klassifikaciya regionov Rossii [Tekst] / B. B. Prohorov, V. S. Tikunov // Problemy prognozirovaniya. – 2005. – № 5. – S. 142–152.

9. Rahmanin, YU. A., Sinicyna, O. O. Sostoyanie i aktualizaciya zadach po sovershenstvovaniyu nauchno-metodologicheskikh i normativno-pravovyh osnov v oblasti ehkologii cheloveka i gigieny okruzhayushchej sredy [Tekst] / YU. A. Rahmanin, O. O. Sinicyna // Gigiena i sanitariya. – 2013. – № 5. – S. 4–9.

10. Revich, B. A. EHkologicheskie priority i zdorov'e: social'no uyazvimye territorii i gruppy naseleniya [Tekst] / B. A. Revich // EHkologiya cheloveka. – 2010. – № 7. – S. 3–9.

11. Rukovodstvo po ocenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih okruzhayushchuyu sredu. Rukovodstvo R 2.1.10.1920–04 [Tekst]. – 143 s.

12. Sinicyn, I. S., Vdovina, L. N. Regional'nye osobennosti zaboлеваemosti zlokachestvennymi novoobrazovaniyami kak indikatora ehkologicheskogo sostoyaniya territorii (na primere YAroslavskoj oblasti) [Tekst] / I. S. Sinicyn, L. N. Vdovina // Formirovanie i realizaciya ehkologicheskoy politiki na regional'nom urovne: materialy VI Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii 24–25 oktyabrya 2013 g. – YAroslavl', 2013. – S. 97–99.

13. Sovremennye problemy ocenki riska vozdeystviya faktorov okruzhayushchej sredy na zdorov'e naseleniya i puti ee sovershenstvovaniya [Tekst] / YU. A. Rahmanin [i dr.] // Analiz riska zdorov'yu. – 2015. – № 2 (10). – S. 4–11.

14. Tishkov, A. A., Vajsfel'd M. A., Maslyakov V. YU. Bioticheskie katastrofy i ih posledstviya dlya bioty, ehkosistem i zdorov'ya naseleniya [Tekst] / A. A. Tishkov, M. A. Vajsfel'd, V. YU. Maslyakov // Izmenenie okruzhayushchej sredy i klimata: Prirodnye i svyazannye s nimi tekhnogennye katastrofy. T. III: Opasnye prirodnye yavleniya na poverhnosti sushy: mekhanizm i katastroficheskie sledstviya. – M. : IG RAN, 2008. – S. 101–123.

15. Fomenko, G. A. Regionalizaciya sistem upravleniya prirodoopol'zovaniem v usloviyah perekhoda k rynku [Tekst] / G. A. Fomenko. – YAroslavl': YAGPI, 1993. – 182 s.

16. Fomenko, G. A. Riski zdorov'yu cheloveka v kontekste «zelenoj ehkonomiki» [Tekst] / G. A. Fomenko // Trudy XV s»ezda gigienistov Ukrainy (20–21 sentyabrya, 2012). – L'vov, 2012. – S. 264–265.

17. EHkologicheskoe sostoyanie okruzhayushchej sredy YAroslavskoj oblasti: statisticheskij sbornik [Tekst] / YAroslavl'stat. – YAroslavl', 2013.

18. Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks / World Health Organization. – Geneva, 2009. – p. 62.