

УДК 911.3:614(470.56)

## МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СТЕПЕНИ НЕКАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

© 2016 г. А.Е. Бородкин

АНО Научно-исследовательский проектный институт “Кадастр”, Ярославль, Россия  
e-mail: borodkyn@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.04.2015 г.

В статье представлены подходы и методы медико-географической оценки риска населения Ярославской области с помощью процедур идентификации опасности — одного из ключевых этапов оценки риска здоровью населения. Используемый критерий сравнительной неканцерогенной опасности позволил типизировать районы области по их вероятной приоритетности, 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:** медико-географическая оценка, риски здоровью населения, неканцерогенная опасность, мониторинг опасности, муниципальные районы, Ярославская область.

Оценка риска здоровью населения, зависящего, в том числе и от состояния окружающей среды, в медико-географическом отношении включает пространственный анализ всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека. В прикладном отношении основная задача оценки риска может состоять в анализе и синтезе информации о влиянии загрязнения среды разными веществами на состояние здоровья населения. Это необходимо для организации мониторинга контроля качества среды, обоснования оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска заболеваемости населения, что отмечено и в действующем “Руководстве по оценке риска...” [5] и сводках по экологическим рискам здоровью населения [2]. Современные общемировые процессы развития характеризуются формированием особых угроз, опасностей и рисков, включая здоровье населения [16]. Пространство рисков, в терминах медицинской географии, можно представить как особый вид геопространства, имеющего свои особенности и характеризующееся динамичностью, анизотропностью, а также квазифрактальностью. По мнению Фоменко Г.А.: «...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...» [10, с. 5]. Наиболее интенсивно развиваются направления медицинской географии в части исследования влияния факторов окружающей среды и социально-экономических условий на здоровье населения, что отражается в медико-географических оценках и территориальном анализе состояния здоровья населения [1, 2, 12–14]. В некотором смысле рассматриваются преимущественно пространственные оценки состояния здоровья или заболеваемости, но не риска.

В российской практике наиболее глубокую проработку медико-географических вопросов имеют исследования, выполненные под руководством С.М. Малхазовой [4, 15]. Медико-географическое картографирование, районирование и результаты моделирования отражены в исследованиях В.С. Тикунова, а по проблемам экологии человека, общественному здоровью и медико-экологическому прогнозированию — в публикациях Б.Б. Прохорова и С.А. Куролапа.

Важное прогностическое значение имеют вопросы пространственной оценки риска здоровью населения. Одной из приоритетных задач социально-экономического развития Российской Федерации

**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
Глобальные изменения климата	0.2	0.3	0.0
<b>Суммарно, все экологические риски</b>	<b>8.7</b>	<b>9.9</b>	2.6

Источник: [16].

является внедрение эффективных мероприятий, снижающих уровень экологически обусловленных заболеваний, уровни риска неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и актуализацию профилактических процедур [2, 5–7]. Многие специалисты считают, что наиболее плодотворным подходом к оценке здоровья населения в целом, позволяющим использовать данные медицинской статистики и демографии, является именно “концепция экологического риска” – вероятность причинения вреда здоровью населения за счет аномальных значений состояния окружающей среды. В соответствии с этим, “концепция риска” включает в себя как саму оценку риска, так и управление им.

Результаты многочисленных исследований по оценке рисков здоровью населения, отраженные в публикациях С.Л. Авалиани, Б.А. Ревича, К.А. Буштуевой, С.М. Новикова, Н.В. Зайцевой, С.М. Малхазовой, Т.Е. Бобковой, М.В. Фокина, Н.С. Скворцовой показывают высокую прогностическую способность показателей риска, позволяющих разрабатывать и обосновывать управленческие решения в этой сфере.

Непосредственно, показатели “территориального здоровья” были использованы Фоменко Г.А. в работах по типизации эколого-социально-экономической обстановки Ярославской области по степени напряженности и экономическим возможностям ее районов [11]. Оценки существующих и возможных рисков, оказывающих влияние на безопасность жизнедеятельности и здоровье населения в медико-биологической и биолого-социальной среде, отражены в отдельных работах А.А. Тишкова [9, 10]. В них показано новое видение структуризации угроз чрезвычайных ситуаций, направленной на стратегическое прогнозирование в сфере безопасной жизнедеятельности

и определении природы чрезвычайных ситуаций. В Ярославской области подходы к медико-географическому территориальному анализу отражаются в интересных исследованиях Синицына И.С. и Вдовиной Л.Н. [8]. Однако данные исследования опираются в первую очередь на медико-статистические показатели, опирающиеся 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 [16]. 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 (табл. 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, более точно сопоставлять

**Таблица 2.** Весовые коэффициенты для оценки неканцерогенных эффектов

Референтная (безопасная) доза, мг/кг	Референтная (безопасная) концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Весовой коэффициент
<0.00005	<0.000175	100 000
0.00005–0.0005	0.000175–0.00175	10 000
0.0005–0.005	0.00175–0.0175	1000
0.005–0.05	0.0175–0.175	100
0.05–0.5	0.175–1.75	10
>0.5	>1.75	1

*Примечание.* Значения референтных доз и концентраций должны иметь одинаковый период усреднения экспозиции (например, референтные концентрации для условий острого, подострого и хронического воздействия).

*Источник:* [7].

прогнозные и реальные негативные эффекты, что позволяет более точно строить мониторинговые механизмы. Использование показателей опасности потенциально вредных факторов в медико-географическом анализе, учитывая территориальные особенности 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** настоящей работы является территориальный медико-географический анализ Ярославской области по показателям сравнительной неканцерогенной опасности влияния химического загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения. Полученные результаты должны лечь в основу последующего определения приоритетных территорий для контроля и мониторинга потенциальной опасности и оценки эффективности управленческих решений по снижению негативного воздействия.

**Материалы и методы.** Характеристика выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников анализировалась в территориальном разрезе (г. Ярославль, г. 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 [14]. В качестве рассматриваемых загрязнителей были приняты вещества, представленные официальными статистическими источниками, что можно отнести к неопределенности. Типизация муниципальных районов и анализ уровней сравнительной неканцерогенной опасности опирались на сведения об объемах поступающих загрязнителей в окружающую среду, численности населения, результаты моделирования рассеивания загрязнений и особенности их

поведения в атмосферном воздухе, данные мониторинга содержания химических соединений в атмосферном воздухе, а также на данные о негативных эффектах для населения с учетом значений референтных уровней воздействия. Вычисление индекса сравнительной неканцерогенной опасности (*HRI*) осуществлялось согласно Руководства Р 2.1.10.1920-04 по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента неканцерогенного эффекта (*TW*), устанавливаемого в зависимости от значений безопасных концентраций (референтных концентраций) по формуле [7]:

$$HRI = E \times TW \times P / 10\,000, \text{ где}$$

*HRI* – индекс сравнительной неканцерогенной опасности;

*TW* – весовой коэффициент влияния на здоровье (определяется по табл. 2);

*P* – численность популяции<sup>1</sup>;

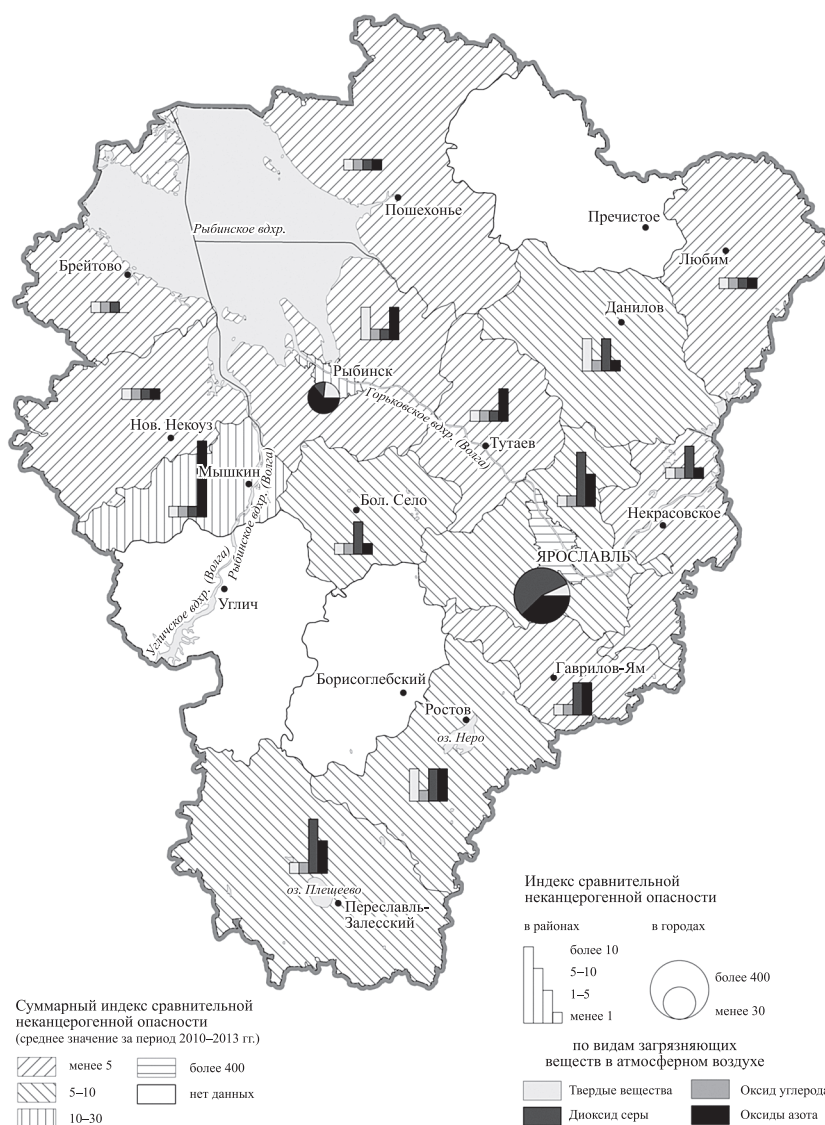
*E* – величина условной экспозиции (т/год)<sup>2</sup>.

Моделирование пространственных особенностей сравнительной неканцерогенной опасности выполнено с использованием компьютерных геоинформационных систем (ArcGis 10.1, GeoГраф ГИС 2.0, вер. 2.0.1.169 профессиональная) специалистами по моделированию и картографии Института “Кадастр”.

**Результаты и их обсуждения.** Анализ территориальных особенностей неканцерогенной опасности от загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является одним из ключевых этапов многосторон-

<sup>1</sup> При очень выраженных различиях в численности населения на сравниваемых территориях, значения *P* следует представлять в баллах: <1000 чел. – 1 балл, 1000–100 000 чел. – 2 балла, 100 000–10 000 000 чел. – 3 балла, >10 000 000 чел. – 4 балла.

<sup>2</sup> При сравнении опасности загрязнений различных объектов окружающей среды, величину *E* следует представлять в баллах: поступление в количестве <10 т/год – 1 балл, 10–100–2 балла, 100–1000–3 балла, 1000–10 000–4 балла, >10 000–5 баллов.



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

Источник: данные Института “Кадастр”, 2014.

них исследований по оценке риска здоровью населения Ярославской области. Использованный подход показал возможность определить территории области, характеризующиеся наибольшей нагрузкой химического воздействия на население, 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 (рисунок). В приоритетные зоны Ярославской области входят: г. Ярославль и г. Рыбинск, Ярославский

район, Мышкинский, Большесельский, Переславский, Ростовский и Даниловский районы.

Индексы сравнительной неканцерогенной опасности по основным загрязнителям атмосферного воздуха (твердые вещества, оксиды углерода и азота, диоксид серы) позволили ранжировать и определить их приоритетность. Так, гигиеническую значимость показывает диоксид серы (первый ранг) и оксиды азота, в ряде 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 ис-

следования по оценке приоритетности загрязняющих веществ в Ярославской области, обоснованные с учетом различных прогнозных токсикологических критериев, весовых коэффициентов, уровней неканцерогенных рисков, промышленной специфике по наиболее крупным локальным территориям и отдельным объектам и автомагистралям области, позволили расширить данный перечень загрязнителей до 17 веществ. По обобщенным данным к веществам, имеющим наибольшие индексы сравнительной неканцерогенной опасности, относятся: диметиламин, акролеин, малеиновая кислота, сера диоксид, марганец и его соединения, азота диоксид и азота оксид. Они оказывают раздражающее 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.

**Заключение.** Таким образом результаты, полученные в ходе работ по территориальному анализу сравнительной неканцерогенной опасности в муниципальных районах Ярославской области, показали, что суммарный индекс сравнительной неканцерогенной опасности имеет наиболее высокие значения в районах с высокой плотностью городского населения и концентрацией промышленности (Ярославль, Рыбинск). Низкие показатели индекса характерны для северных, преимущественно сельских, районов области. Выявленные закономерности и проведенное ранжирование районов имеет высокую значимость для выявления приоритетных территорий для организации контроля и мониторинга потенциальной опасности влияния загрязнения на здоровье населения, для обоснования выбора контролируемых токсикантов (оценки приоритетности) и дальнейшего планирования управленческих решений по обеспечению нормативных требований к качеству окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ватлина Т.В.* Влияние природных и антропогенных факторов на здоровье населения Смоленской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2012. 24 с.
2. *Викторов А.А., Ксенофонтов А.И., Морозова Е.Е.* Экологические риски здоровью населения. М.: НИЯУ МИФИ, 2014. 152 с.
3. *Котляков В.М., Тишков А.А.* Стратегия устойчивого развития России в начале 21 века: инновационные векторы и место географического прогноза // *Инновации.* № 9. 2009. С. 74–81.
4. *Малхазова С.М.* Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. М.: Научный мир, 2001. 240 с.
5. *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 // *Гигиена и санитария.* 2013. № 5. С. 4–9.
6. *Ревич Б.А.* Горячие точки химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Под ред. В.М. Захарова. М.: Акрополь. Общественная палата РФ, 2007. 192 с.
7. *Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.* Руководство Р 2.1.10.1920-04.
8. *Сеницын И.С., Вдовина Л.Н.* Региональные особенности заболеваемости злокачественными новообразованиями как индикаторы экологического состояния территории (на примере Ярославской области) // *Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: матер. VI Всероссийской с международным участием научно-практической конф.* 24–25 октября 2013 г. Ярославль, 2013. С. 97–99.
9. *Тишков А.А.* Прогнозирование угроз безопасности населения, экономики и природы Российской Федерации в медико-биологической и биолого-социальной среде. В кн.: *Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.* М.: ФКУ Центр “Антистихия” МЧС России, 2015. С. 315–319.
10. *Тишков А.А., Вайсфельд М.А., Масляков В.Ю.* Биотические катастрофы и их последствия для биоты, экосистем и здоровья населения // *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.: Институт географии РАН, 2008. С. 101–123.
11. *Фоменко Г.А.* Регионализация систем управления природопользованием в условиях перехода к рынку. Ярославль: ЯГПИ, 1993. 182 с.
12. *Фоменко Г.А.* Риски здоровью человека в контексте “зеленой экономики” // *Тр. XV съезда гигиенистов Украины* (20–21 сентября, 2012). Львов, 2012.
13. *Шартова Н.В.* Медико-географическая оценка Московской области: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2008. 154 с.
14. *Экологические состояние окружающей среды Ярославской области: статистический сборник.* Ярославль: Ярославльстат, 2013.
15. *Malkhazova S.M. and Mironova V.A.* Health and environment: the urgent problem of modern interdisciplinary research // *Geography, Environment, Sustainability.* No. 4. P. 4–6.
16. *World Health Organization (WHO) Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks, WHO, Geneva. 2009.*

## Medico-Geographical Evaluation of the Territory of Yaroslavl Oblast According to the Degree of Non-Carcinogenic Hazards for Population

A. E. Borodkin

*Research and Designing Institute "Cadaster", Yaroslavl, Russia  
e-mail: borodkyn@yandex.ru*

The article considers approaches and methods to medico-geographical evaluation of the risks to population of the Yaroslavl oblast using hazard identification procedures – one of the key stages of risk assessment to public health. The used criterion of comparative non-carcinogenic hazard allowed typifying districts, in which one can suppose the increase in non-carcinogenic risks to human health, according to their probable priority. This approach shows the possibility to effectively identify priority territories for control and monitoring of potential hazards and assessing the effectiveness of management decisions to reduce negative impacts.

**Keywords:** medico-geographical evaluation, risks to human health, non-carcinogenic hazard, risk monitoring, municipal districts, Yaroslavl oblast.

doi:10.15356/0373-2444-2016-6-102-107