

УДК 57.011

DOI 10.34014/2227-1848-2023-2-145-154

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С.В. Ермолаева, Д.И. Хисамутдинов

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск, Россия

Увеличение антропогенной нагрузки на окружающую среду повышает степень рисков для здоровья населения и требует совершенствования существующих подходов к оценке сложных биоэкологических взаимодействий.

Цель исследования – разработать методiku комплексной оценки качества окружающей среды и ее влияния на здоровье населения с учетом состояния природных сред, устойчивости экосистем и биологических эффектов от антропогенного загрязнения.

Материалы и методы. В исследовании использовалась разработанная нами модель комплексной оценки качества окружающей среды и ее влияния на здоровье населения с учетом состояния природных сред, устойчивости экосистем и ответной реакции организма на внешнее воздействие.

Результаты. Проведены расчеты индекса загрязнения природных сред в 24 муниципальных образованиях Ульяновской области, представлена их градация по степени антропогенной нагрузки, выделены районы с низкой и высокой степенью устойчивости экосистем, определены зоны с выраженной степенью экологически обусловленной патологии.

Выводы. Разработанная модель позволяет выделить территории с низким качеством окружающей среды и низким уровнем здоровья населения, для которых необходима разработка программ по управлению экологическими рисками и рисками для здоровья населения.

Ключевые слова: окружающая среда, устойчивость экосистем, антропогенная нагрузка, здоровье населения.

Введение. Производственно-хозяйственная деятельность человека оказывает негативное влияние на окружающую среду (ОС), приводя к нарушению динамического равновесия в природе и ухудшая экологические условия проживания человека. В связи с этим важной задачей становится определение уровня экологической напряженности территорий, ранжирование их по степени экологической опасности. Наблюдаемое нарастающее техногенное воздействие на природу и человека, отрицательная динамика демографических показателей России, объективно фиксируемый рост заболеваемости населения, в первую очередь в индустриальных городах, обуславливают актуальность научно обоснованной оценки воздействия комплекса факторов среды и здоровья человека на региональном уровне [1–5]. Большое количество неблагоприятных факторов антропогенно трансформированной среды ставит вопрос о разработке подходов к комплексной (интегральной) оценке ее качества.

Профессор В.В. Дмитриев считает, что «...вопрос разработки методик интегрального количественного оценивания высоко эмерджентных природных и социально-экологических систем является задачей «номер один» в экологической проблематике» [6].

В настоящее время представляют интерес несколько методик интегральных оценок качества ОС. Для расчета интегральной оценки используются разработанные В.С. Тикунным, О.Ю. Черешня индекс загрязнения и индекс напряженности экологической ситуации, с помощью которых на основе показателей выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу, образования твердых бытовых отходов (ТБО) и сброса загрязненных сточных вод комплексно оценивается качество воды, воздуха и почвы регионов [7]. Заслуживает внимание интегральный индекс антропогенной нагрузки, разработанный Н.И. Зазнобиной [8]. Индекс антропогенной нагрузки рассчитывается на основе пяти базовых эколого-экономи-

ческих нормированных показателей: количество выбросов ЗВ в атмосферу от стационарных источников; количество промышленных отходов, хранящихся на предприятиях; количество токсичных промышленных отходов; количество образующихся ТБО; объем сточных вод промышленных предприятий. Для расчета индекса качества и степени экологической устойчивости ОС Л.П. Бакуменко и П.А. Коротков использовали такие индикаторы, как загрязнение атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвы, земельные ресурсы, лес, животный мир, биоразнообразие [9]. С.А. Куролап на основе 9 основных индикаторных критериев (3 по параметрам здоровья населения и 6 по параметрам воздействия на атмосферу, водные и земельные ресурсы) провел расчет медико-экологической напряженности в субъектах Центрального Черноземья [3]. Методической основой исследования Л.В. Веремчук и соавт. явилась дифференциация особенностей внешнего воздействия среды обитания на функцию дыхания больного и здорового населения [10].

С учетом вышеизложенного выбор экологических критериев, характеризующих качество ОС, разработка методики комплексной оценки состояния ОС и ее влияния на здоровье населения на региональном уровне являются весьма актуальными проблемами, решение которых позволит повысить эффективность управления экологическими рисками и рисками для здоровья населения.

Цель исследования. Разработать методику комплексной оценки качества ОС и ее влияния на здоровье населения с учетом состояния природных сред, устойчивости экосистем и биологических эффектов от антропогенного загрязнения.

Материалы и методы. Территорией исследования выбрана Ульяновская область. Этот регион расположен в центральной части Восточно-Европейской равнины, имеет типичные для умеренно континентальной области климатические условия. В экологическом рейтинге регионов Российской Федерации Ульяновская область занимает средние позиции, на ее территории нет предприятий, выбросы которых имеют высокий класс опасно-

сти, а распределение предприятий промышленного и агропромышленного комплекса носит рассредоточенный характер.

Анализ существующих методик показал, что в качестве основных экологических критериев интегральной оценки качества ОС отдельного региона, которые объективно отражают особенности благоприятности среды обитания для проживания населения и позволяют разрабатывать и реализовывать мероприятия по снижению экологической напряженности и предотвращению патологических эффектов у проживающего на антропогенно нарушенных территориях населения, используются показатели, характеризующие 1) степень загрязнения природных сред, так как для управления экологической ситуацией необходимо знать перечень приоритетных ЗВ, их концентрацию в природных средах и источники загрязнения; 2) устойчивость экосистем или способность к самоочищению природной среды, так как для принятия решений по улучшению экологической обстановки конкретной территории необходимо руководствоваться информацией о возможности экосистемы через некоторое время возвратиться в исходное состояние после того, как внешние факторы вывели ее из равновесия; 3) ответную реакцию организма на загрязнение природных сред изучаемых территорий, так как показатели здоровья и заболеваемости населения, особенно наиболее уязвимых возрастных групп, являются индикаторами благополучия ОС. Учитывая выбор экологических показателей, характеризующих качество ОС, разработана модель комплексной оценки состояния ОС и ее влияния на здоровье населения на региональном уровне. Все значения для расчетов используются в нормированных отклонениях, рассчитанных по формуле, предложенной Л.П. Бакуменко [9]. Модель комплексной оценки качества ОС и здоровья населения имеет следующий вид:

$$I_i = Q + R + M,$$

где I_i – индекс комплексной оценки качества ОС и здоровья населения (Imbalance index) – интегральный показатель, который учитывает: Q – показатель загрязнения, представляющий собой сумму всех показателей, разде-

ленную на количество всех факторов загрязнения:

$$Q = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Q_i,$$

где k – количество всех факторов загрязнения, Q_i – i -ый показатель загрязнения. Для расчета использовалось 3 показателя:

Q_1 – показатель загрязнения атмосферного воздуха (количество выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, т/г.; количество выбросов в атмосферный воздух от передвижных источников, т/г.);

Q_2 – показатель загрязнения водных ресурсов (доля загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, сброшенных в поверхностные водоемы, %; количество сброшенных в поверхностные водоемы загрязненных сточных вод на 1 км² территории региона, т/г.);

Q_3 – показатель загрязнения почв (количество ТБО, т/г.).

Для каждого случая показатель загрязнения рассчитывается индивидуально по формуле

$$Q_i = \sum_{k=1}^n a_k,$$

где a_k – нормированное значение фактора загрязнения. В нашем случае $k=5$: два показателя для оценки загрязнения атмосферного воздуха (Q_1), два показателя для оценки загрязнения водных ресурсов (Q_2), один показатель для оценки загрязнения почв (Q_3);

R – индекс устойчивости природных сред, который рассчитывается по формуле

$$R = \frac{N_k \sum_{i=1}^n U_i}{r \sum_{i=1}^n (K_i / K_{i_{cp}})},$$

где N_k – количество показателей загрязнения природных сред для каждого региона. В нашем случае $N_k=5$;

U_i – показатель ассимиляционного потенциала; r – количество факторов ассимиляционного потенциала для U_i , $r=4$;

K_i – коэффициент антропогенной нагрузки отдельной природной среды для каждого муниципального района;

$K_{i_{cp}}$ – среднее значение K отдельной природной среды для всех муниципальных районов.

Для расчета антропогенной нагрузки (K) используются те же показатели, что и при рас-

чете индекса загрязнения природных сред (количество выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, т/г.; количество выбросов в атмосферный воздух от передвижных источников, т/г.; доля загрязненных сточных вод в общем объеме сточных вод, сброшенных в поверхностные водоемы, %; количество сброшенных в поверхностные водоемы загрязненных сточных вод на 1 км² территории региона, т/г.; количество ТБО, т/г.). Ассимиляционный потенциал (U_i) вычисляется по площади земли лесного фонда; проценту лесистости; лесной площади, пройденной пожарами; доле ООПТ в общей площади района;

M – индекс ответной реакции организма на загрязнение природных сред:

$$M = \sum_{i=1}^n M_i, \quad (5)$$

где M_i – i -ый индекс ответной реакции организма взрослых, подростков и детей на внешнее воздействие факторов природной среды. Данный индекс рассчитывается как среднее из трех нормированных значений коэффициентов ответной реакции организма на внешнее воздействие по всем возрастным группам (дети, взрослые, подростки) в зависимости от концентрации ЗВ в природных средах (атмосферном воздухе, воде и почве).

Результаты. По результатам расчета индекса загрязнения природных сред выделены следующие муниципальные образования, в которых наблюдается сильное загрязнение природных сред: г. Ульяновск (УГ) – 2,14; г. Димитровград (ДГ) – 7,51; г. Новоульяновск (НУГ) – 14,72; Сенгилеевский район (СенР) – 19,04; Новоспасский район (НСР) – 19,29; Чердаклинский район (ЧР) – 19,75; Мелекесский район (МелР) – 19,76. Чем меньше значение индекса, чем сильнее загрязнение природных сред. Результаты анализ экологического состояния природных сред территорий региона описаны в ряде публикаций [11, 12].

Расчет индекса устойчивости природных сред позволил установить территории с низкой устойчивостью природных сред: ДГ – 7,89; УГ – 12,59; НУГ – 20,45; ЧР – 25,73; НСР – 26,91; МелР – 29,94. Все это территории промышленных городов и урбанизированных зон.

По результатам расчета индекса ответной реакции организма на загрязнение природных сред выделены территории, на которых у населения отмечается высокая экологически обусловленная заболеваемость: ДГ – 25,22; Инзенский район (ИР) – 13,05; Цильнинский район (ЦР) – 26,73.

Расчет индекса комплексной оценки качества ОС и здоровья населения позволил определить диапазон значений, характерный для Ульяновской области. Чем меньше значение индекса, тем ниже качество ОС и хуже здоровье населения. Максимальное значение индекса составляет 113,1 балла и характерно для территорий с низкими показателями загрязнения, высокой устойчивостью природных сред и низкой заболеваемостью. Минимальное значение индекса – 40,6 балла – характерно для территорий с очень сильным загрязнением

природных сред, низкой устойчивостью экосистем и высокой заболеваемостью населения. В качестве среднего значения определено 90 баллов, так как на территориях со значением ниже 90 баллов по одному или двум из трех показателей отмечены критические значения. Следовательно, диапазон значений индекса позволяет определить шкалу качества ОС и здоровья населения. Значения индекса комплексной оценки ОС и здоровья населения (I_i) от 40 до 90 баллов характеризуют местность как территорию с низким качеством ОС и здоровья населения, значения индекса от 90 до 113,1 балла – как территорию удовлетворительного качества ОС и здоровья населения. Результаты ранжирования территорий региона по качеству ОС и здоровья населения представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

**Ранжирование территорий Ульяновской области
по качеству окружающей среды и здоровья населения**

Ranking of Ulyanovsk region territories in terms of environmental quality and public health

Муниципальные образования Municipal district	Индекс комплексной оценки ОС и здоровья населения (Ii) Complex evaluation index between environment and public health (Ii)	Качественная характеристика состояния ОС и здоровья населения Qualitative characteristic of environment and public health
СКР / SKD	113,13	Удовлетворительное / Good
ТР / TD	112,83	Удовлетворительное / Good
УР / UD	112,68	Удовлетворительное / Good
СМР / SMD	111,02	Удовлетворительное / Good
КузР / KuzD	110,68	Удовлетворительное / Good
ПР / PD	110,00	Удовлетворительное / Good
СурР / SurD	109,06	Удовлетворительное / Good
РР / RRD	108,61	Удовлетворительное / Good
ВР / VD	107,05	Удовлетворительное / Good
БСР / BSD	104,29	Удовлетворительное / Good
КарР / KarD	104,02	Удовлетворительное / Good

Муниципальные образования Municipal district	Индекс комплексной оценки ОС и здоровья населения (Ii) Complex evaluation index between environment and public health (Ii)	Качественная характеристика состояния ОС и здоровья населения Qualitative characteristic of environment and public health
НР / ND	102,84	Удовлетворительное / Good
МР / MD	101,35	Удовлетворительное / Good
НМР / NMD	96,04	Удовлетворительное / Good
БР / BD	93,23	Удовлетворительное / Good
СенР / SenD	89,61	Низкое / Low
НСР / NSD	85,94	Низкое / Low
НУГ / NUC	85,57	Низкое / Low
МелР / MelD	84,79	Низкое / Low
ЦР / TsD	81,56	Низкое / Low
ЧР / ChD	80,45	Низкое / Low
ИР / ID	74,73	Низкое / Low
УГ / UC	52,22	Низкое / Low
ДГ / DC	40,62	Низкое / Low

Примечание. ДГ – Димитровград, УГ – Ульяновск, НУГ – Новоульяновск, БСР – Базарносызганский, БР – Барышский, ВР – Вешкаймский, ИР – Инзенский, КарР – Карсунский, КузР – Кузоватовский, МР – Майнский, МелР – Мелекесский, НР – Николаевский, НМР – Новомалыклинский, НСР – Новоспасский, ПР – Павловский, РР – Радищевский, СенР – Сенгилеевский, СКР – Старокулаткинский, СМР – Старомайнский, СурР – Сурский, ТР – Тереньгульский, УР – Ульяновский, ЦР – Цильнинский, ЧР – Чердаклинский районы.

Note. SKD – Starokulatkinsky, TD – Terengulsky, UD – Ulyanovsky, SMD – Staromainsky, KuzD – Kuzovatovsky, PD – Pavlovsky, SurD – Sursky, RD – Radishchevsky, VD – Veshkaymsky, BSD – Bazarnosyzgansky, KarD – Karsunsky, ND – Nikolaevsky, MD – Mainsky, NMD – Novomalyklinsky, BD – Baryshsky, SenD – Sengileevsky, NSD – Novospassky, NUC – the City of Novoulyanovsk, MelD – Melekessky, TsD – Tsilninsky, CR – Cherdaklinsky, ID – Inzensky, UG – the City of Ulyanovsk, the city of Dimitrovgrad.

В результате ранжирования определены муниципальные районы, в которых наблюдается низкое качество ОС и здоровья населения: ДГ (40,62), УГ (52,22), ИР (74,73), ЧР (80,45), ЦР (81,56), МелР (84,79), НУГ (85,57), НСР (85,94), СенР (89,61).

Обсуждение. На территориях, которые определены в результате ранжирования как территории с низким качеством ОС и здоровья населения, отмечено сильное загрязнение природных сред. Так, наиболее высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, рассчи-

танный как соотношение средней концентрации приоритетных ЗВ к предельно допустимым концентрациям (ПДК), отмечается в ДГ, УГ, НУГ, НСР, ИР, СенР и Ульяновском районе (УР); низкое качество питьевой воды в водопроводных сетях наблюдается в ЧР и СенР; соотношение суммарных значений концентраций тяжелых металлов и ПДК превышает единицу в почвах ЧР, УР, УГ, НУГ, ДГ, СенР, Майнского района (МР), МелР и НСР [13]. Загрязнение атмосферного воздуха приводит к увеличению заболеваний как органов дыхания, так и сердечно-сосудистой системы. Почти 20 % всех болезней органов дыхания и 10 % болезней системы кровообращения связаны с загрязнением атмосферы [14]. Медленное, хроническое воздействие малых концентраций химических компонентов воды, угнетение защитной функции организма в соответствующей степени снижают общую резистентность организма к другим повреждающим факторам и способствуют соразмерному увеличению общей заболеваемости, в т.ч. заболеваемости инфекционными болезнями за счет снижения иммунной реактивности [15–18]. По оценкам специалистов, геохимическое загрязнение почв токсичными металлами (кадмием, свинцом, ртутью, цинком, никелем) по степени опасности для биологических объектов выдвигается на первое место [19, 20].

Низкую природную устойчивость, которая может способствовать усилению экологических проблем, имеют урбанизированные территории – ДГ, НУГ, УГ. Здесь в силу высокой хозяйственной освоенности реализуется промышленный тип природопользования, отмечается почти полная утрата естественной растительности и преобладание искусственных ландшафтов, деградация почв. Низкая природная устойчивость наблюдается в южных районах Предволжья: Николаевский район (НР), НСР, Радищевский район (РР), Старокулаткинский район (СКР), а также районах За-волжья: МелР, Новомалыклинский район (НМР), ЧР. В этих районах, характеризующихся сниженной способностью экосистемы к самоочищению, отмечается высокая степень подверженности почв процессам водной и ветровой эрозии, тяжелый механический состав почв (глинистый и тяжелосуглинистый), сухой или засушливый климат [21].

Заключение. Таким образом, разработанная модель комплексной оценки качества ОС и здоровья населения позволила провести ранжирование муниципальных образований региона и выделить территории с низким качеством ОС и здоровья населения, для которых необходима разработка программ по управлению экологическими рисками и рисками для здоровья населения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Ермолаева С.В.

Участие в исследовании, обработка материала: Ермолаева С.В., Хисамутдинов Д.И.

Анализ и интерпретация данных: Ермолаева С.В., Хисамутдинов Д.И.

Написание и редактирование текста: Ермолаева С.В.

Литература

1. Маклакова О.А., Устинова О.Ю., Алексеева А.В. Возрастная структура и динамика заболеваемости болезнями органов дыхания и вегетативной нервной системы у детей, проживающих в условиях комбинированного аэрогенного воздействия химических факторов техногенного происхождения. Гигиена и санитария. 2017; 96 (1): 75–78.
2. Никифорова В.А., Видищева Е.А., Видищева Д.Д. Окружающая среда и ее влияние на здоровье населения Иркутской области. Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2018; 13 (2): 921–927.
3. Куропат С.А., Яковенко Н.В., Федотов В.И., Михно В.Б., Костылева Л.Н. Геоэкологическая диагностика субъектов Центрального Черноземья. Юг России: экология, развитие. 2019; 14 (1): 67–80.
4. Ревич Б.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2020; 2: 16–27.

5. Дмитриева Т.Е., Фомина В.Ф. Эколого-экономическая оценка здоровья населения Республики Коми. Арктика: экология и экономика. 2021; 11 (3): 436–448.
6. Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы. Terra Humana. Глобальный экологический кризис: мифы и реальность. 2009; 4: 146–165.
7. Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Индекс загрязнения и индекс напряженности экологической ситуации в регионах Российской Федерации. Теоретическая и прикладная экология. 2017; 3: 34–38.
8. Зазнобина Н.И. Интегральные оценки антропогенной нагрузки на городскую среду как гетеротрофную экосистему (на примере городов Нижегородской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Н. Новгород; 2008.
9. Бакуменко Л.П., Коротков О.Ю. Интегральная оценка качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона (на примере Республики Марий Эл). Прикладная эконометрика. 2008; 1 (9): 73–92.
10. Веремчук Л.В., Минеева Е.Е., Виткина Т.И., Гвозденко Т.А., Ракитский В.Н., Голохваст К.С. Методология интегральной оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и больных с бронхолегочной патологией. Гигиена и санитария. 2018; 97 (3): 269–273.
11. Маркова А.В., Ермолаева С.В., Гончаренко А.П. Оценка загрязнения почв территории города Ульяновска тяжелыми металлами. Экология урбанизированных территорий. 2019; 2: 75–79.
12. Ермолаева С.В., Иванов Е.О. Анализ цитогенетического статуса детей и подростков, проживающих на территориях с разной экологической обстановкой. Теоретическая и прикладная экология. 2022; 2: 234–240.
13. Ермолаева С.В. Загрязняющие питьевую воду вещества как факторы риска здоровья населения Ульяновской области. Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием. Ульяновск; 2021: 92–94.
14. Мячина О.В. Инвалидность населения в условиях антропогенной нагрузки и научное обоснование технологии мониторинга интегральных и индивидуальных показателей здоровья с целью профилактики заболеваемости: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Воронеж; 2018.
15. Белоусова А.П., Руденко Е.Э. Диагностика экологического состояния бассейна реки Волга. Вода и экология: проблемы и решения. 2020; 2 (82): 12–26.
16. Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Рафиков С.Ш., Бактыбаева З.Б. Оценка риска здоровью населения, обусловленного качеством вод централизованных систем водоснабжения (на примере частного сектора г. Уфы). Здоровье населения и среда обитания. ЗНиСО. 2021; 29 (12): 56–63.
17. Boose C.P., Lewis A.S., Sax S.N., Beck B.D. Probabilistic Modeling of Dietary Arsenic Exposure. Environmental Health Perspectives. 2010; 118 (8): 330–331.
18. Darrow L.A., Klein M., Strickland M.J., Mulholland J.A., Tolbert P.E. Ambient Air Pollution and Birth Weight in Full-Term Infants in Atlanta, 1994–2004. Environmental Health Perspectives. 2011; 119 (5): 731–737.
19. Сулима А.Ф., Левшаков Л.В. Способ оценки локального загрязнения почв тяжелыми металлами. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008; 4 (4): 10–12.
20. Кочетова Ж.Ю., Лазарев И.С. Методика оценки интегрального загрязнения почв (на примере приаэродромной территории). Географический вестник. 2022; 3 (62): 126–136.
21. Антонова Ж.А. Почвенно-экологические округа и районы Ульяновской области. Ульяновск: УлГУ; 2015. 45.

Поступила в редакцию 06.02.2023; принята 22.03.2023.

Авторский коллектив

Ермолаева Светлана Вячеславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: erm_iv@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7791-5001>.

Хисамутдинов Данила Игоревич – аспирант кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: d.hisa@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9898-7269>.

Образец цитирования

Ермолаева С.В., Хисамутдинов Д.И. Оценка качества окружающей среды и здоровья населения антропогенно нарушенных территорий. Ульяновский медико-биологический журнал. 2023; 2: 145–154. DOI: 10.34014/2227-1848-2023-2-145-154.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL AND PUBLIC HEALTH STATUS UNDER ANTHROPOGENIC DISTURBANCE**S.V. Ermolaeva, D.I. Khisamutdinov**

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Anthropogenic impact on the environment increases public health risks and requires improved approaches to evaluate complex bio-ecological interactions. The purpose of the study is to develop a methodology for a comprehensive evaluation of the environmental quality and its impact on public health, taking into account natural environment, ecosystem and biological effects from anthropogenic pollution.

Materials and Methods. The authors developed a model for comprehensive evaluation of environment and its impact on public health, in terms of natural environment, ecosystem stability, and response to external influences.

Results. The authors calculated the environmental pollution indices in 24 municipal districts of the Ulyanovsk region and distributed them in terms of anthropogenic impact. The authors also identified districts with low/high ecosystem stability, and indicated zones with severe environmental pathologies.

Conclusion. The developed model makes it possible to identify territories with poor environmental quality and poor public health. Such territories need special programs to manage environmental and public health risks.

Key words: environment, ecosystem stability, anthropogenic pressure, public health.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Research concept and design: Ermolaeva S.V.

Participation in the research study, data processing: Ermolaeva S.V., Khisamutdinov D.I.

Data analysis and interpretation: Ermolaeva S.V., Khisamutdinov D.I.

Text writing and editing: Ermolaeva S.V.

References

1. Maklakova O.A., Ustinova O.Yu., Alekseeva A.V. Vozrastnaya struktura i dinamika zaboлеваemosti boleznyami organov dykhaniya i vegetativnoy nervnoy sistemy u detey, prozhivayushchikh v usloviyakh kombinirovannogo aerogennogo vozdeystviya khimicheskikh faktorov tekhnogennogo proiskhozhdeniya [Age structure and dynamics of respiratory and autonomic nervous system disease prevalence in children under combined aerogenic exposure to chemical-technogenic factors]. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96 (1): 75–78 (in Russian).
2. Nikiforova V.A., Vidishcheva E.A., Vidishcheva D.D. Okruzhayushchaya sreda i ee vliyaniye na zdorov'e naseleniya Irkutskoy oblasti [Environment and its impact on public health in Irkutsk region]. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2018; 13 (2): 921–927 (in Russian).
3. Kurolap S.A., Yakovenko N.V., Fedotov V.I., Mikhno V.B., Kostyleva L.N. Geoekologicheskaya diagnostika sub"ektov Tsentral'nogo Chernozem'ya [Geoecological diagnostics of municipal units in the Central Black Soil region]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye*. 2019; 14 (1): 67–80 (in Russian).
4. Revich B.A., Khar'kova T.L., Kvasha E.A. Nekotorye pokazateli zdorov'ya zhiteley gorodov federal'nogo proekta «Chisty y vozdukh» [Selected health parameters of people living in cities included into “Clean Air” federal project]. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; 2: 16–27 (in Russian).
5. Dmitrieva T.E., Fomina V.F. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka zdorov'ya naseleniya Respubliki Komi [Ecological and economic assessment of public health in the Komi Republic]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2021; 11 (3): 436–448 (in Russian).

6. Dmitriev V.V. Opredelenie integral'nogo pokazatelya sostoyaniya prirodnogo ob"ekta kak slozhnoy sistemy [Determination of an integral indicator of a natural object status as a complex system]. *Terra Humana. Global'nyy ekologicheskiy krizis: mify i real'nost'*. 2009; 4: 146–165 (in Russian).
7. Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu. Indeks zagryazneniya i indeks napryazhennosti ekologicheskoy situatsii v regionakh Rossiyskoy Federatsii [Pollution and environmental stress indices in RF regions]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2017; 3: 34–38 (in Russian).
8. Zaznobina N.I. *Integral'nye otsenki antropogennoy nagruzki na gorodskuyu sredu kak geterotrofnuyu ekosistemu (na primere gorodov Nizhegorodskoy oblasti)* [Integral estimates of anthropogenic impact on urban environment as a heterotrophic ecosystem (cities of the Nizhny Novgorod region)]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. N. Novgorod; 2008 (in Russian).
9. Bakumenko L.P., Korotkov O.Yu. Integral'naya otsenka kachestva i stepeni ekologicheskoy ustoychivosti okruzhayushchey sredy regiona (na primere Respubliki Mariy El) [Integral assessment of the quality and degree of regional environmental sustainability (the Republic of Mari El)]. *Prikladnaya ekonometrika*. 2008; 1 (9): 73–92 (in Russian).
10. Veremchuk L.V., Mineeva E.E., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A., Rakitskiy V.N., Golokhvast K.S. Metodologiya integral'noy otsenki vliyaniya faktorov okruzhayushchey sredy na funktsional'noe sostoyanie organov dykhaniya zdorovykh lits i bol'nykh s bronkholegicheskoy patologiyey [Methodology of integral evaluation of the influence of environmental factors on the functional state of the respiratory system of healthy individuals and patients with bronchopulmonary pathology]. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 97 (3): 269–273 (in Russian).
11. Markova A.V., Ermolaeva S.V., Goncharenko A.P. Otsenka zagryazneniya pochv territorii goroda Ul'yanovska tyazhelymi metallami [Estimation of soil pollution in the city of Ulyanovsk with heavy metals]. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*. 2019; 2: 75–79 (in Russian).
12. Ermolaeva S.V., Ivanov E.O. Analiz tsitogeneticheskogo statusa detey i podrostkov, prozhivayushchikh na territoriyakh s raznoy ekologicheskoy obstanovkoy [Analysis of the cytogenetic status of children and adolescents living in areas with different environmental conditions]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2022; 2: 234–240 (in Russian).
13. Ermolaeva S.V. Zagryaznyayushchie pit'evuyu vodu veshchestva kak faktory riska zdorov'ya naseleniya Ul'yanovskoy oblasti [Substances polluting drinking water as public health risk factors in Ulyanovsk region]. *Mediko-fiziologicheskie problemy ekologii cheloveka: materialy VIII Vserossiiskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Medical and physiological problems of human ecology: Proceedings of the 8th All-Russian conference with international participation]. Ul'yanovsk; 2021: 92–94 (in Russian).
14. Myachina O.V. *Invalidnost' naseleniya v usloviyakh antropotekhnogennoy nagruzki i nauchnoe obosnovanie tekhnologii monitoringa integral'nykh i individual'nykh pokazateley zdorov'ya s tsel'yu profilaktiki zaboлеваemosti* [Public disability under anthropogenic impact and scientific substantiation for integral and individual health monitoring to prevent morbidity]: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. Voronezh; 2018 (in Russian).
15. Belousova A.P., Rudenko E.E. Diagnostika ekologicheskogo sostoyaniya basseyna reki Volga [Analysis of the environmental state of the Volga river basin]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya*. 2020; 2 (82): 12–26 (in Russian).
16. Rakhmatullina L.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Rafikov S.Sh., Baktybaeva Z.B. Otsenka riska zdorov'yu naseleniya, obuslovlennogo kachestvom vod tsentralizovannykh sistem vodosnabzheniya (na primere chastnogo sektora g. Ufy) [Assessment of health risk caused by water quality in the centralized supply network of private sector housing in Ufa]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. ZNiSO*. 2021; 29 (12): 56–63 (in Russian).
17. Boyce C.P., Lewis A.S., Sax S.N., Beck B.D. Probabilistic Modeling of Dietary Arsenic Exposure. *Environmental Health Perspectives*. 2010; 118 (8): 330–331.
18. Darrow L.A., Klein M., Strickland M.J., Mulholland J.A., Tolbert P.E. Ambient Air Pollution and Birth Weight in Full-Term Infants in Atlanta, 1994–2004. *Environmental Health Perspectives*. 2011; 119 (5): 731–737.
19. Sulima A.F., Levshakov L.V. Sposob otsenki lokal'nogo zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami [Method for assessing local soil contamination with heavy metals]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2008; 4 (4): 10–12 (in Russian).

20. Kochetova Zh.Yu., Lazarev I.S. Metodika otsenki integral'nogo zagryazneniya pochv (na primere priaerodromnoy territorii) [Methodology for assessing integral soil pollution on the airfield territory]. *Geograficheskiy vestnik*. 2022; 3 (62): 126–136 (in Russian).
21. Antonova Zh.A. *Pochvenno-ekologicheskie okruga i rayony Ulyanovskoy oblasti* [Soil and ecological districts in the Ulyanovsk region]. Ulyanovsk: UIGU; 2015. 45 (in Russian).

Received February 06, 2023; accepted March 22, 2023.

Information about the authors

Ermolaeva Svetlana Vyacheslavovna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Chair of Biology, Ecology and Nature Management, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: erm_iv@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7791-5001>.

Khisamutdinov Danila Igorevich, Post-graduate Student, Chair of Applied Mathematics, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: d.hisa@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9898-7269>.

For citation

Ermolaeva S.V., Khisamutdinov D.I. Otsenka kachestva okruzhayushchey sredy i zdorov'ya naseleniya antropogenno narushennykh territoriy [Evaluation of environmental and public health status under anthropogenic disturbance]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal*. 2023; 2: 145–154. DOI: 10.34014/2227-1848-2023-2-145-154 (in Russian).