

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЗДОРОВЬЯ НОВОРОЖДЕННЫХ

METHODS OF ASSESSING THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE TERRITORIES OF THE BRYANSK REGION IN RELATION TO THE HEALTH INDICATORS OF NEWBORNS

**E. Geger
A. Silenok**

Summary. As a result of the conducted research, aggregated risk assessments of the effects of chemical and radioactive pollutants of atmospheric air on the environment were obtained using expert assessment. Integral indicators of environmental pollution in the districts of the Bryansk region were built.

The use of the methodology of integral criteria for each type of pollution contributed to the determination of the ecological state of the areas. The methodology used in this study made it possible to identify areas with the highest levels of chemical and radioactive contamination.

According to the results of the conducted studies, it was determined that according to some values of CM (microcephaly, anencephaly and hydrocephalus), higher rates were detected in radioactively contaminated areas.

Keywords: chemical pollution, radioactive pollution, combined pollution, ^{137}Cs , ^{90}Sr , expert assessment method, weight coefficients, congenital malformations.

Гегерь Эмилия Владимировна

доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО
«Брянский государственный технический университет»
emiliya_geger@mail.ru

Силенок Александр Васильевич

кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского»
alsil57@mail.ru

Аннотация. В результате проведенного исследования были получены агрегированные оценки риска воздействия химических и радиоактивных загрязнителей атмосферного воздуха на окружающую среду с помощью экспертного оценивания. Были построены интегральные показатели загрязнения окружающей среды в районах Брянской области.

Использование методики интегральных критериев для каждого вида загрязнения способствовало определению экологического состояния районов. Данная методика позволила оценить частоту врожденных пороков развития (ВПР) некоторых типов головного мозга у новорожденных из радиоэкологических районов Брянской области. Применяемая в данном исследовании методика позволила выявить районы с достаточно высоким уровнем химического и радиоактивного загрязнения. Полученные результаты исследований предоставили возможность сделать выводы по некоторым типам ВПР и определить, что их более высокий уровень выявлен в радиоактивно-загрязненных районах. Однако, полученные результаты для установления статически значимых различий между частотой ВПР у новорожденных на территориях с различным уровнем техногенного загрязнения требуют дальнейшего детального изучения.

Ключевые слова: химическое загрязнение, радиоактивное загрязнение, сочетание загрязнения, ^{137}Cs , ^{90}Sr , метод экспертных оценок, весовые коэффициенты, врожденные пороки развития.

Введение

Оценка воздействия техногенного загрязнения окружающей среды (ОС) на здоровье детского населения в настоящее время представляются актуальными и приоритетными задачами государственной политики [1, 2].

Отмечается угроза распространения экологически зависимых заболеваний от высокой антропогенной нагрузки в сочетании с неблагоприятной социально-экономической ситуацией в России. Особенно это касается крупных и урбанизированных регионов [3,4].

Во всех странах мира серьезную медико-социальную проблему представляют врожденные пороки развития,

данная патология очень часто встречается у врачей многих специальностей: педиатров, неонатологов, ортопедов, неврологов и т.д. [5].

Поскольку в возникновении ВПР большую роль играет экологический фактор, показатель частоты встречаемости ВПР может рассматриваться как маркер экологического неблагополучия территорий [5,6].

Наблюдение за радиационной обстановкой в Брянской области проводится в течение 30 с лишним лет. Плотность загрязнения (ПРЗ) почв ^{137}Cs и ^{90}Sr на юго-западных территориях (ЮЗТ) Брянской области в течение нескольких десятилетий превосходила допустимые фоновые значения во много раз [7,8].

По состоянию на 1 января 2020 г., несмотря на некоторое улучшение радиоэкологической обстановки, на юго-западных территориях области по-прежнему наблюдалось радиоактивное загрязнение [9].

Предположительно некоторые территории области будут радиоактивно загрязнены к 2056 г.

В связи с вышеизложенным, сохраняет свою актуальность проблема оценки радиоэкологических последствий аварии на территории Брянской области, в том числе, оценка вреда здоровью населения.

Для анализа состояния здоровья населения необходимым является разработка многоаспектных и мультидисциплинарных подходов к оценке влияния техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье человека.

Необходимо усовершенствование методов оценки экологических рисков здоровью с целью поиска оптимальных решений по их предотвращению, требуются новые подходы к получению, обработке и анализу данных с целью получения новых научных знаний.

На практике часто невозможно создать единообразие экспериментальных условий и наблюдений. В связи с чем отсутствие структурированной системы оценки загрязнения окружающей среды побудило нас изучать возможность применения новых подходов в дополнение к ранее изученным методам, которые позволяют оценить загрязнение территорий.

Новый подход основывался на методе многокритериальной оптимизации и методе экспертных оценок (ЭО), впервые апробированный в более ранних работах [10].

В частности, было предложено использовать методы многокритериальной оптимизации совместно с технологией распределенной экспертизы для идентификации и оценки параметров указанного метода.

Цель исследования

С помощью предложенного подхода экспертного оценивания определить уровень загрязнения окружающей среды районов Брянской области и провести анализ частоты некоторых типов ВПР у новорожденных, родившихся и проживающих на территориях Брянской области с различной степенью радиоэкологического загрязнения.

Материалы и методы

Для оценки риска воздействия радиоактивно-химических загрязнителей на окружающую среду и опреде-

ления общего уровня загрязнения в Брянской области нами были рассчитаны интегральные критерии возможного загрязнения в каждом районе.

В работе использовались методы многокритериальной оптимизации. Они представляют группу методов принятия решений, целью которых является поиск наиболее оптимального решения, удовлетворяющего нескольким не сводимым друг к другу критериям на основе некоторого принципа оптимальности.

Экспертный подход к принятию решений основан на использовании в процессе подготовки и принятия решений коллективного мнения специалистов-экспертов — специалистов в соответствующих предметных областях. Данный подход часто используется для решения неструктурированных задач.

Принцип многокритериальной оптимизации является основой при разработке методов экспертных оценок — методов, используемых при недостатке данных в тех случаях, когда возникает необходимость в работе со специалистами-экспертами и обработке их мнений тогда, когда выбор решения производится по нескольким критериям.

Целью применения экспертного оценивания в настоящем исследовании является оценка важности (приоритетности, опасности воздействия) загрязнителей химического и радиационного происхождения для каждого объекта окружающей среды (атмосферный воздух, вода, почва) и продуктов питания.

В нашем исследовании был проведен опрос экспертов, специализирующихся на различных экологических аспектах.

Оценка компетентности экспертов определялась на основе уровня их знаний в предметной области экспертизы. Оценивание влияние различных загрязняющих веществ производилось по 10-балльной системе.

В качестве шкалы оценивания была выбрана числовая балльная шкала со значениями от 1 (наименьшее влияние) до 10 (наибольшее влияние).

Одной из основных задач экспертного оценивания является получение весовых коэффициентов каждого из загрязнителей конкретного объекта окружающей среды.

Отдельной подзадачей является оценка степени влияния конкретного загрязнителя на объект загрязнения, исходя из опасности воздействия. Полученные агрегированные оценки риска воздействия химических и радиоактивных загрязнителей атмосферного воздуха

на окружающую среду были использованы для построения интегрального показателя загрязнения окружающей среды в районах Брянской области.

В качестве формулы интегрального критерия использовалась линейная форма $I = g_1 I_1 + g_2 I_2 + \dots + g_i I_i$, где g_i — весовые коэффициенты вклада каждого отдельного компонента в интегральный параметр загрязненности; I_i — количественный показатель каждого i -го вида загрязнения.

Для химического и радиоактивного загрязнения интегральные критерии были посчитаны отдельно.

В более ранних исследованиях мы проводили анализ динамики частоты ВПР некоторых типов на территориях Брянской области с различной степенью загрязнения окружающей среды, результаты были описаны в работах [11,12,13].

В данном исследовании предложенный метод был использован для изучения распространения отдельных типов ВПР головного мозга в различных выборках, представленных детскими группами из экологически разных районов области.

Основой информации для изучения явился региональный мониторинг ВПР, который ведется в Брянской области с 1999 года.

Период данного статистического наблюдения был расширен по сравнению с предыдущими исследованиями и составлял 20 лет с 2000 по 2019 гг.

В исследовании были разработаны методы и методики решения поставленных задач с апробацией их на реальных массивах данных.

Решить поставленные в исследовании задачи в условиях большого объема обрабатываемых разнородных данных без использования новых методов и моделей, реализующих грамотный подход к анализу информации, представляется затруднительным.

Анализ результатов решения задачи оценивания показал ранговое распределение районов. Результаты экспертного оценивания позволили выделить территории с наибольшим и наименьшим радиационным загрязнением. Результаты, полученные в контрольной группе, сравнивались с результатами экспериментальной группы.

Рассчитывались основные статистические показатели (характеристики): среднее значение M , стандартная ошибка среднего m , t -критерий Стьюдента (сравнения статистических совокупностей). В работе применялся коэффициент Пирсона для определения корреляци-

онной зависимости на статистически значимом уровне ($\alpha=0,05$) между ПРЗ и частотой ВПР [14].

Результаты исследования

Расчет, выполненный по вышеописанной методике, с экспертной оценкой риска воздействия радиоактивных и химических веществ показал следующие результаты. Все анализируемые районы имеют собственный интегральный показатель загрязнения и ранг, определяющий риск воздействия химических и радиоактивных веществ на объекты окружающей среды в данном районе.

В Дятьковском районе и в г. Брянске, а также в Брянском и Комаричском районах были установлены самые высокие показатели загрязнения химическими веществами.

Территории с наибольшим радиационным загрязнением — Новозыбковский, Гордеевский, Красногорский и Злынковский.

Территории с наименьшим радиационным загрязнением — Мглинский и Клетнянский районы. Также в этих районах зафиксировано наименьшее химическое загрязнение, что позволило принять их за контрольные группы.

Новозыбковский район имеет 1 ранг радиоактивного загрязнения, здесь были зафиксированы наибольшие частоты ВПР головного мозга по анэнцефалии и микроцефалии. Гордеевский район имеет 2 ранг радиоактивного загрязнения, Красногорский район — 3 ранг соответственно, в этих двух районах наиболее часто встречается гидроцефалия.

Полученные результаты отражены в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что частота микроцефалии, анэнцефалии, гидроцефалии в контрольной группе ($\alpha=0,05$) имеет более низкие показатели. Энцефалоцеле встречается чаще, ее частота соответствует значению 0,07. Однако для определения наиболее частой локализации энцефалоцеле надо провести дополнительное исследование.

Результаты анализа данных проведенного исследования отражены в таблице 2.

В ходе дальнейшего исследования был проведен анализ показателей ВПР с ПРЗ территорий, который не выявил взаимосвязи на статистически значимом уровне.

Выявлена незначительная корреляционная взаимосвязь микроцефалии со средним уровнем загрязнения

Таблица 1.

Показатели частоты ВПР у новорожденных Брянской области (на 1000 новорожденных, $M \pm m$) за 2000–2019 гг.

Районы области	Показатели частоты анэнцефалии $M \pm m$	Показатели частоты микроцефалии $M \pm m$	Показатели частоты гидроцефалии $M \pm m$	Показатели частоты энцефалоцеле $M \pm m$	Средняя ПРЗ по районам, кБк/м ²	
					¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
ЮЗТ	0,25±0,01	0,05±0,01	0,48±0,02	0,05±0,002	68,4–572,7	2,3–42,6
Без ЮЗТ	0,23±0,01	0,03±0,002	0,62±0,02	0,05±0,002	10,0–44,7	0,7–1,6
Мглинский Клетнянский	0,08±0,01	0,00	0,00	0,07±0,01	9,9–10,8	0,7–1,5

Примечание: Различия с контролем $p < 0,001$

Таблица 2.

Показатели частоты ВПР у новорожденных из ЮЗТ Брянской области (на 1 000 новорожденных, $M \pm m$) за 2000–2019 гг.

Районы области	Плотность загрязнения, кБк/м ²		Показатели частоты анэнцефалии, $M \pm m$	Показатели частоты гидроцефалии, $M \pm m$	Показатели частоты микроцефалии, $M \pm m$	Показатели частоты энцефалоцеле, $M \pm m$
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr				
Злынковский	571,9	42,5	0,00	0,00	0,42±0,02	0,00
Красногорский	573,8	26,3	0,00	0,65±0,07	0,82±0,03	0,41±0,02
г. Новозыбков	505,3	17,4	0,14±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01	0,00
Новозыбковский	566,0	17,4	0,88±0,03	0,00	0,44±0,02	0,00
Гордеевский	384,3	9,3	0,44±0,02	0,87±0,03	0,00	0,00
Климовский	176,7	7,7	0,00	0,19±0,01	0,00	0,00
г. Клинцы	229,0	6,8	0,38±0,01	0,28±0,01	0,09±0,001	0,09±0,001
Клинцовский	261,5	6,8	0,27±0,01	1,03±0,04	0,00	0,00
Стародубский	69,4	2,3	0,15±0,01	0,75±0,03	0,15±0,01	0,00

территорий ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, На ЮЗТ в Новозыбковском, Гордеевском и Красногорском районах были зарегистрированы более высокие показатели частоты микроцефалии, анэнцефалии и энцефалоцеле.

Более высокая частота микроцефалии, анэнцефалии и гидроцефалии у новорожденных наблюдалась в определенные годы: например, по микроцефалии — в 2001, 2003 и 2013 гг., по анэнцефалии в 2008, 2009 и 2016 гг.; по гидроцефалии — в 2008 и 2010 гг. соответственно.

Однако обстоятельства, в результате которых наблюдалось увеличение частоты ВПР головного мозга у новорожденных в определенные годы, подлежат выявлению роли predisposing факторов и последующему тщательному исследованию. Целесообразно анализировать показатели частоты дородового выявления ВПР, иные факторы риска, а также инфекционные либо генетические причины.

Выводы

Использование предложенного подхода направлено на решение задачи оценки риска влияния радиоактивно-химических загрязнителей на окружающую среду. Суммарные оценки риска были использованы для построения и расчета интегральных показателей радиоактивного и химического загрязнения районов Брянской области.

Применение методов экспертных суждений позволило повысить достоверность и обоснованность результатов оценивания.

На основе метода экспертного оценивания и построения интегрального показателя загрязнения были проведены исследования, которые выявили определенную динамику частоты ВПР некоторых типов головного мозга новорожденных ЮЗТ. Однако установление статистически значимых различий динамики частоты ВПР у новорожденных ЮЗТ и других районов области требует дальнейшего многофакторного изучения.

Для получения окончательных выводов необходимо провести дополнительные исследования:

- дальнейший мониторинг частоты встречаемости ранее не изученных типов ВПР у новорожденных во всех городах и районах Брянской области (4 города и 27 районов) с целью выявления корреляции на статистически значимом уровне;
- сравнительный анализ динамики частоты ВПР ранее не изученных типов ВПР у новорожденных

Брянской области на территориях с различной степенью антропогенного загрязнения, используя технологии поддержки экспертизы;

- изучение воздействия радиоэкологического загрязнения ЮЗТ другими трансурановыми радионуклидами на статистически значимом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Александрян А.В. Основы анализа риска здоровью человека от воздействия факторов окружающей среды. Ереван, 2012, 216 с.
2. Онищенко Г.Г. Радиационная обстановка на территории РФ по результатам радиационно-гигиенической паспортизации. Гигиена и санитария. 2009; (3): 4–7.
3. Годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2023 году // Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области. — 2024. [Электронный ресурс]. URL: https://kpl32.ru/in_doc/20240627_54873_gosdoklad_2024.pdf (дата обращения: 23.11.2024).
4. Кулагина Н.А., Атаманова О.В., Дадыкин В.С. Анализ экологической безопасности Брянской области: основные сферы и направления государственного мониторинга // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2015. — Т. 13. — С. 1776–1780. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2015/85356.htm> (дата обращения: 23.11.2024).
5. Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития в Российской Федерации / Н.С. Демикова, Б.А. Кобринский Москва: Пресс-Арт, 2011. С. 236.
6. Демикова Н.С. Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития в Российской Федерации и его значение в профилактике врожденных аномалий у детей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. 2005, 43 с.
7. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-190 и плутонием-1239+240 / под редакцией С.М. Вакуловского. — Обнинск, ФГБУ «НПО «Тайфун», 2015. — 225 с. DOI: http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/e38/ezhegrzrf_2017.pdf.
8. Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю. и др. Средние накопленные за 1986–2016 гг. эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов РФ, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства РФ от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Радиационная гигиена. 2017; 10 (2):57–105. DOI: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-2-57-105>.
9. Бурякова А.А., Павлова Н.Н., Крышев И.И., Каткова М.Н. Динамика и современное состояние радиоэкологической обстановки на территориях аварийного Чернобыльского следа в Брянской области // Радиационная биология. Радиоэкология, 2021, том 61, № 3, с. 277–285.
10. Гегерь Э.В. Экологическая оценка влияния техногенных нагрузок окружающей среды на формирование биологических и медицинских показателей здоровья населения (на примере Брянской области): дис. ... д-ра биол. наук. Брянск. 2014. 349 с.
11. Корсаков А.В., Гегерь Э.В., Лагерева Д.Г., Пугач Л.И., Силенок А.В., Капустина Н.К. Динамика частоты полидактилии, редукционных пороков конечностей и множественных врожденных пороков развития у новорожденных на территориях радиоактивного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды (2000–2017) // Проблемы региональной экологии. №5. 2018. С. 27–32.
12. Корсаков А.В., Яблоков А.В., Гегерь Э.В., Пугач Л.И. Динамика частоты полидактилии, редукционных пороков конечностей и множественных ВПР у новорожденных радиоактивно загрязненных территорий Брянской обл. (1999–2014). Радиационная биология. Радиоэкология. 2016. Том 56. №4. С.397–404. DOI: 10.7868/S086980311604007X.
13. Гегерь Э.В., Корсаков А.В., Компьютерный регистр исследования частоты врожденных пороков развития головного мозга у детей экологически различных районов Брянской области // Экология человека. 2016. №12. С. 11–15.
14. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Уч. пособ. для студ. Вузов // 9-е изд. М.: Высш. шк., 2004, 404 с.

© Гегерь Эмилия Владимировна (emiliya_geger@mail.ru); Силенок Александр Васильевич (alsil57@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»