

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДЕТСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА: ОЦЕНКА СИТУАЦИИ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**¹Богданьянц М.В., ¹Джумагазиев А.А., ¹Шмелева А.Ю.,
¹Филипчук А.В., ¹Черемина Н.И.**

*¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Астрахань, e-mail: filipchuk777797@yandex.ru*

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из актуальных экологических проблем, особенно в промышленных и густонаселенных регионах. Астраханская область с ее специфическим климатом и экономической деятельностью представляет собой интересный объект для изучения влияния загрязнения воздуха на здоровье детей. Цель исследования – оценить взаимосвязь между уровнями загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью среди детей в Астраханской области за период с 2011 по 2021 г. В исследовании использовались данные о качестве атмосферного воздуха, собранные с помощью мониторинга экологической ситуации, и статистика по детской заболеваемости, полученная из медицинских учреждений. Применялись методы корреляционного анализа для выявления взаимосвязей между загрязнением и уровнем заболеваний. Для целей исследования выделены отдельные классы, группы болезней, наиболее чувствительные к состоянию окружающей среды. В ходе исследования выявлены сильные корреляционные связи между сопоставимыми во времени и пространстве характеристиками загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью исследуемой группы детей. Установлено, что около половины от общей заболеваемости детей обусловлено загрязнением атмосферного воздуха. Взаимосвязь между загрязнением атмосферного воздуха и детской заболеваемостью требует дальнейшего изучения и активных действий со стороны государственных и местных органов власти. Улучшение экологической ситуации может существенно снизить уровень заболеваний среди детей и повысить качество жизни населения региона.

Ключевые слова: дети, детская заболеваемость, осложнение, атмосферный воздух.

THE RELATIONSHIP OF CHILDHOOD MORBIDITY WITH ATMOSPHERIC AIR POLLUTION: ASSESSMENT OF THE SITUATION IN THE ASTRAKHAN REGION

**¹Bogdanyants M.V., ¹Dzhumagaziev A.A., ¹Shmeleva A.Yu.,
¹Filipchuk A.V., ¹Cheremina N.I.**

*¹Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Astrakhan, e-mail: filipchuk777797@yandex.ru*

Air pollution is one of the urgent environmental problems, especially in industrial and densely populated regions. The Astrakhan region, with its specific climate and economic activity, is an interesting object for studying the effects of air pollution on children's health. The purpose of the study was to evaluate the relationship between the levels of atmospheric air pollution and morbidity among children in the Astrakhan region for the period from 2011 to 2021. The study used data on the quality of atmospheric air collected through monitoring the environmental situation, and statistics on childhood morbidity obtained from medical institutions. Correlation analysis methods were used to identify the relationship between pollution and disease levels. For the purposes of the study, separate classes and groups of diseases are identified that are most sensitive to the state of the environment. The study revealed strong correlations between the time and space-comparable characteristics of atmospheric air pollution and the morbidity of the studied group of children. It has been established that about half of the total morbidity of children is caused by atmospheric air pollution. The relationship between air pollution and childhood morbidity requires further study and active action by state and local authorities. Improving the environmental situation can significantly reduce the incidence of diseases among children and improve the quality of life of the region's population.

Keywords: children, childhood morbidity, complications, atmospheric air.

Введение

Оценка воздействия окружающей среды на здоровье населения является важным аспектом современной медицины и экологии. Согласно данным различных исследований, до 30 % заболеваемости населения связано с воздействием неблагоприятных факторов среды, таких как загрязнение воздуха, воды и почв, а также климатические условия, урбанизация, антропогенное загрязнение [1–3].

Взаимосвязь между экологическими показателями и заболеваемостью подтверждена множеством научных работ, включая исследования, проведенные в Астраханской области [4–6].

Актуальной задачей современных исследований в области медицинской экологии является поиск маркеров для оценки влияния окружающей среды на человека. Множество авторов подчеркивают, что дети обладают высокой чувствительностью к влиянию экологических факторов, ухудшению состояния здоровья и качества их жизни в условиях постоянного экологического прессинга [7–9].

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из наиболее значимых внешних факторов, воздействующих на человека, и оказывает значительное влияние на здоровье детей, особенно в раннем возрасте, когда их дыхательная система уязвима в силу возрастных анатомо-физиологических особенностей. Исследования показывают, что воздействие твердых частиц (PM₂ и PM₁₀), диоксида азота и озона связано с увеличением заболеваемости респираторными инфекциями, бронхиальной астмой и снижением функции легких у детей [10, 11].

Кроме того, длительное воздействие загрязненного воздуха может привести к когнитивным нарушениям и отставанию в развитии. Библиографическое исследование, проведенное на основе анализа большого числа публикаций о влиянии воздушного загрязнения на здоровье детей из базы данных Web of Science Core Collection за 2003–2023 гг., показало наличие корреляционной статистически значимой связи загрязнения воздуха с заболеваемостью детей, ухудшением когнитивных функций, включая снижение IQ и ухудшение памяти [12].

Систематический обзор и метаанализ, опубликованный в 2025 г., подтвердил, что дети, подвергающиеся воздействию загрязненного воздуха, имеют низкий вес при рождении, нарушения развития нервной системы, повышенный риск госпитализации по причине частых респираторных заболеваний и увеличению смертности среди детей младше пяти лет. С загрязнением воздуха связаны также рост преждевременных родов, а также увеличение онкологических заболеваний у детей [13].

Эти и другие опубликованные данные отечественных и зарубежных авторов подчеркивают необходимость проведения корреляционных экологических исследований для оценки влияния неблагоприятных экологических факторов на популяционное здоровье, медико-демографическую ситуацию, важность строгого контроля качества воздуха и внедрения мер по снижению выбросов вредных веществ, в частности в регионах с повышенной индустриальной нагрузкой [14, 15].

Цель исследования – изучить корреляцию между комплексом экологических показателей, отражающих загрязнение атмосферы, и уровнем заболеваемости детского населения в Астраханском регионе в период с 2011 по 2021 г.

Материалы и методы исследования

Источниками экологической информации о загрязнении атмосферного воздуха на территории региона послужили данные, опубликованные на официальных сайтах Росгидромета (<https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/?year = 2011&ID = 90>), Росприроднадзора и службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области (<https://rpn.gov.ru/activity/prevent-violation/report-public-discussions>), в государственных докладах о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации и государственных докладах об экологической ситуации в Астраханской области за 2011–2021 гг. [16].

В ходе исследования были выделены конкретные категории, группы заболеваний и отдельные нозологии у детей, наиболее подверженных воздействию факторов окружающей среды. Среди медицинских показателей, характеризующих «исход», были выбраны следующие: «общая заболеваемость детского населения», которая включает ряд конкретных заболеваний, таких как «болезни органов дыхания», «болезни эндокринной системы», «новообразования», «тиреотоксикоз (гипертиреоз)», «заболевания, связанные с повышенным кровяным давлением», а также «болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения иммунной системы». Все медицинские показатели были приведены к нормированному виду с расчетом на 1000 детей, проживающих в Астраханской области.

В список экологических факторов воздействия вошли следующие показатели присутствия загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере: «общие выбросы от стационарных и передвижных источников»; «выбросы от стационарных источников», в состав которых входят такие элементы, как «содержание оксида углерода (CO)»; «содержание диоксида серы (SO₂)»; «содержание оксидов азота (NO)»; «содержание летучих органических соединений (ЛОС)». Кроме того, исследователями уделено особое внимание такому показателю, как «суммарный индекс загрязнения атмосферы» (ИЗА), который непосредственно отражает качество

атмосферного воздуха. Все виды выбросов ЗВ в атмосферу измеряются в тысячах тонн в год, ИЗА представляет собой безразмерную величину.

Для определения статистически значимой взаимосвязи между экологическим воздействием и показателями медицинской статистики по детской заболеваемости был рассчитан коэффициент корреляции Спирмена. Анализ проводился на уровне значимости $\alpha = 0,05$ для всех пар «фактор» – «исход», с использованием онлайн-калькулятора, доступного по адресу: <https://math.semestr.ru/corel/spirmen.php>.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования были поставлены и решены следующие задачи:

- поиск сильных статистически значимых корреляционных связей между сопоставимыми во времени и пространстве характеристиками загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемостью детей;
- определение экологически детерминированной доли детской заболеваемости, которая не может быть объяснена иначе, чем воздействием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

В качестве рабочей гипотезы выдвинуто предположение о том, что высокие уровни загрязнения воздуха в Астраханской области связаны с увеличением заболеваемости по отдельным нозологиям среди детей от 0 до 14 лет.

Сопоставление экологических данных и медицинской статистики по принципу «воздействующий фактор» и «исход» дало возможность выделить 49 выборок, каждая из которых состоит из 9 пар возможных комбинаций показателей. Небольшой размер каждой из этих выборок (менее 25) не позволяет использовать параметрический коэффициент Пирсона для оценки взаимосвязи факторов, поэтому определение корреляционных связей проведено с помощью непараметрического метода – путем расчета рангового коэффициента Спирмена [17, 18].

Результаты вычисления ранговых коэффициентов корреляции Спирмена при уровне значимости $\alpha = 0,05$ для всех 49 пар «фактор» – «исход» позволили выделить пары с сильной статистически значимой взаимосвязью. Данные ранговой оценки корреляции представлены в таблице.

Результаты оценки ранговой корреляции между экологическими факторами
и данными медицинской статистики о заболеваемости детей
по отдельным классам болезней в Астраханской области в 2011–2021 гг.

№	Экологический фактор	Параметры связи	Всего болезней	Болезни органов дыхания	Болезни эндокринной системы	Новообразования	Тиреотоксикоз	Болезни давления	Болезни крови
1	Валовый выброс ЗВ, всего	ρ (коэф. корр.)	0,861	0,773	-0,772	-0,619	-0,568	0,219	0,609
		Ткр.	0,65	0,68	0,70	0,85	0,89	1,06	0,86
		Сила и направление связи	Сильная, прямая	Сильная, прямая	Сильная, обратная	Умеренная, обратная	Умеренная, обратная	Слабая, прямая	Умеренная, прямая
		Стат. значимость	Значима	Значима	Значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима
2	От стационарных источников, всего	ρ (коэф. корр.)	0,830	0,880	-0,880	-0,436	-0,718	-0,269	0,334
		Ткр.	0,59	0,50	0,50	0,97	0,75	1,03	1,01
		Сила и направление связи	Сильная, прямая	Сильная, прямая	Сильная, обратная	Слабая, обратная	Сильная, обратная	Слабая, обратная	Слабая, прямая
		Стат. значимость	Значима	Значима	Значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима
2.1	в том числе СО (угарный газ)	ρ (коэф. корр.)	0,837	0,870	-0,822	-0,466	-0,631	0,348	0,388
		Ткр.	0,59	0,53	0,61	0,95	0,83	1,01	0,99
		Сила и направление связи	Сильная, прямая	Сильная, прямая	Сильная, обратная	Слабая, обратная	Умеренная, обратная	Слабая, прямая	Слабая, прямая
		Стат. значимость	Значима	Значима	Значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима
2.2	в том числе SO ₂ (диоксид серы)	ρ (коэф. корр.)	0,830	0,880	-0,880	-0,436	-0,718	0,269	0,334
		Ткр.	0,59	0,50	0,50	0,97	0,75	1,03	1,01
		Сила и направление связи	Сильная, прямая	Сильная, прямая	Сильная, обратная	Слабая, обратная	Сильная, обратная	Слабая, прямая	Слабая, прямая
		Стат. Значимость	Значима	Значима	Значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима

2.3 в том числе NO (оксиды азота)	ρ (коэф. корр.)	0,300	0,230	-0,350	0,164	-0,260	-0,181	0,409
	Ткр.	1,02	1,04	1,01	1,06	1,04	1,06	0,98
	Сила и направление связи	Слабая, прямая	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Слабая, обратная	Слабая, прямая
	Стат. значимость	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима
2.4 в том числе ЛОС (летучие органические соединения)	ρ (коэф. корр.)	0,357	0,249	-0,360	-0,271	-0,219	-0,349	0,424
	Ткр.	1,00	1,04	1,00	1,03	1,05	1,01	0,97
	Сила и направление связи	Слабая, прямая	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Слабая, обратная	Слабая, обратная	Слабая, обратная	Слабая, прямая
	Стат. значимость	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима
3 От передвижных источников, всего	ρ (коэф. корр.)	0,630	0,450	-0,270	-0,519	-0,193	0,386	0,809
	Ткр.	0,83	0,96	1,03	0,92	1,05	0,99	0,63
	Сила и направление связи	Умеренная, прямая	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Умеренная, обратная	Слабая, обратная	Слабая, прямая	Сильная, прямая
	Стат. значимость	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Значима
4 Суммарный индекс загрязнения	ρ (коэф. корр.)	0,320	0,300	-0,250	0,481	-0,251	0,486	0,426
	Ткр.	1,02	1,02	1,04	0,94	1,04	0,94	0,97
	Сила и направление связи	Слабая, прямая	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Слабая, прямая	Слабая, обратная	Слабая, прямая	Слабая, прямая
	Стат. значимость	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима	Не значима

Примечание. * ρ – коэффициент ранговой корреляции Спирмена; ** Т_{кр.} – критическая точка.

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Из таблицы следует, что в Астраханской области за отчетный период с 2011 по 2021 г. существует значительная статистическая связь между общей заболеваемостью детей в возрасте 0–14 лет, особенно по заболеваниям органов дыхания и эндокринной системы, и показателем «Валовые выбросы ЗВ», который формируется на основе всех выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников.

Одновременно была установлена значительная статистическая связь между указанными заболеваниями у детей и общим объемом выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферу. В частности, это касается уровней оксида углерода и диоксида серы в этих выбросах. Подобные выводы о воздействии выбросов оксида углерода на первичную заболеваемость среди детей были сделаны в исследовании, проведенном в Брянской области [19]. Это позволяет предположить наличие связи между возникновением и развитием заболеваний органов дыхания и эндокринной системы у детей и воздействием стационарных источников загрязняющих веществ, особенно выбросов оксида углерода и диоксида серы.

Кроме того, авторами выявлена сильная статистически значимая зависимость количества заболеваний крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, от количества выбросов от передвижных источников выброса ЗВ в атмосферу. Анализ воздействия отдельных компонентов выбросов от передвижных источников не проводился вследствие отсутствия официальных данных об их покомпонентном составе. Однако очевидно, что основные компоненты в составе выбросов ЗВ в атмосферу от передвижных источников будут сильно отличаться от таковых в выбросах от стационарных источников Астраханской области.

Настоящими исследованиями выявлена также статистически незначимая, но сильная связь тиреотоксикоза (гипертиреоза) у детей в возрасте от 0 до 14 лет с уровнем содержания диоксида серы SO_2 в выбросах от стационарных источников в регионе.

С учетом особенностей промышленного производства, находящегося в Астраханской области, влияние выбросов диоксида серы, а также других ее соединений, образующихся в результате трансформации выбросов ЗВ в атмосферном воздухе, может стать основным фактором риска здоровью будущих поколений.

Исследование не обнаружило значительных корреляционных связей между любым из изученных показателей загрязнения атмосферного воздуха и развитием у детей заболеваний, связанных с повышенным давлением или наличием новообразований. Учитывая результаты исследований, проведенных О.А. Башкиной и соавт. в 2022 г., можно подчеркнуть, что «экологический вклад» в общую заболеваемость детей в данном регионе составляет 47,5 %, что является значимым статистическим показателем. Высокий уровень заболеваемости в

значительной мере обусловлен заболеваниями органов дыхания, из которых около 56 % не могут быть объяснены иными факторами, кроме как воздействием загрязненного атмосферного воздуха. Кроме того, до 50,4 % заболеваний эндокринной системы и до 48,55 % случаев тиреотоксикоза у детей в Астраханской области также можно связать с общим уровнем валовых выбросов, производимых всеми источниками ЗВ в регионе [4, 6].

Заключение

В Астраханском регионе в течение 2011–2021 гг. с помощью корреляционно-регрессионного анализа были проведены качественные и количественные исследования влияния факторов окружающей среды, обусловленных загрязнением воздушного бассейна, на уровень заболеваемости детского населения (возрастная группа 0–14 лет).

Анализ показал существенную взаимосвязь между показателями загрязнения атмосферы и частотой заболеваний среди детей в возрастной группе от рождения до 14 лет, а также с отдельными классами заболеваний. Выяснилось, что примерно половина общей заболеваемости среди детей связана с загрязнением воздуха. Наибольшую долю экологически обусловленных заболеваний составляют: болезни органов дыхания, эндокринной системы, крови, кроветворных органов, а также ряд заболеваний, влияющих на иммунную систему. Высокие уровни загрязнения воздуха в Астраханской области коррелируют с увеличением общей заболеваемости и отдельных классов заболеваний у исследуемых детей. Изучение влияния окружающей среды на здоровье детей с учетом региональных особенностей остается актуальным и важным для анализа и мониторинга экологической ситуации и детской заболеваемости. Необходима разработка региональных стратегий по снижению загрязнения воздуха и защите здоровья детей.

Список литературы

1. Джумагазиев А.А., Безрукова Д.А. Экологические составляющие здоровья детей Астраханского региона: обзор // Педиатрическая фармакология. 2020. Т. 17. № 4. С. 328–333. DOI: 10.15690/pf.v17i4.2165.
2. Мячина О.В., Есауленко И.Э., Пузин С.Н., Шургаева М.А., Маммараева А.М. Актуальные медико-социальные аспекты антропогенного влияния окружающей среды на заболеваемость в детском и подростковом возрасте // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2018. № 3. С. 60–68. DOI: 10.17238/issn1999-2351.2018.3.60-68.
3. Burns J.S., Williams P.L., Sergeev O., Korrick S., Lee M.M., Revich B., Altshul L., Del Prato J.T., Humblet O., Patterson D.G., Turner W.E., Needham L.L., Starovoytov M., Hauser R.

Serum dioxins and polychlorinated biphenyls are associated with growth among Russian boys // *Pediatrics*. 2011. Vol. 127, Is. 1. E. 59–68. DOI: 10.1542/peds.2009-3556.

4. Башкина О.А., Богданьянц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г. Многолетние тенденции общей заболеваемости в связи с региональной экологической обстановкой в Астраханской области // *Здоровье населения и среда обитания – ЗН и СО*. 2024. Т. 32. № 2. С. 42–51. DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-2-42-51.

5. Богданьянц М.В., Ерачина С.А., Сангина Е.Г. Взаимосвязь ряда экологических факторов и заболеваемости детей в Астраханской области // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023. № 8. С. 134. DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.127.

6. Башкина О.А., Богданьянц М.В., Джумагазиев А.А., Шмелева А.Ю., Безруков Т.Д., Иванова В.Н., Сангина Е.Г., Ерачина С.А., Минакова Г.М. Роль экологических факторов в формировании индивидуального и популяционного здоровья детей в Астраханской области // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022. Т. 19. № 2. С. 118–124. DOI: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-118-124.

7. Bateson T.F., Schwartz J. Childrens response to air pollutants // *Journal of Toxicology and Enviromental Health*. 2008. Vol. 71, Is. 3. P. 238–243. DOI: 10.1080/15287390701598234.

8. Биненко В.И., Ткаченко А.А. Оценка вероятности воздействия на людей загрязнения атмосферного воздуха на примере отдельных техногенно-экологических происшествий // *Региональная экология*. 2019. Т. 3. № 57. С. 80–90. DOI: 10.30694/1026-5600-2019-3-80-90.

9. Мещурова Т.А. Влияние загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом на заболеваемость населения Пермского края // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2022. Т. 11. № 2. С. 44–48. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.11-2.20.

10. Brumberg H.L., Karr C.J. Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children // *Pediatrics*. 2021. Vol. 147, Is. 6. P. e20211051484. DOI: 10.1542/peds.2021-051484.

11. Burbank A.J., Peden D.B. Assessing the impact of air pollution on childhood asthma morbidity: how, when, and what to do // *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*. 2018. Vol. 18, Is. 2. P. 124-131. DOI: 10.1097/ACI.0000000000000422.

12. Bera T., Mohanty G., Dwivedi R., Pradhan J. Performance analysis and science mapping on the effect of air pollution on child health: a bibliometric study from 2003–2023 // *Journal Public Health (Berlin)*. 2024. Vol. 32, Is. 4. DOI: 10.1007/s10389-024-02286-z.

13. Lake E.A., Karras J., Marks G.B., Cowie C.T. The effect of air pollution on morbidity and mortality among children aged under five in sub-Saharan Africa: Systematic review and meta-analysis // *PLOS ONE*. 2025. Vol. 20, Is. 4. P. e0320048. DOI: 10.1371/journal.pone.0320048.

14. Марцев А.А. Сопряженный анализ риска здоровью детского населения и качества атмосферного воздуха во Владимирской области // Ульяновский медико-биологический журнал. 2024. № 1. С. 91–104. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-1-91-104.
15. Енин А.В. Влияние химического загрязнения окружающей среды на медико-демографическую ситуацию в Воронежской области // Санитарный врач. 2024. № 5. С. 375–383. DOI: 10.33920/med-08-2405-05.
16. Доклады об экологической ситуации в Астраханской области за 2011–2021 гг. [Электронный ресурс]. URL: [https://nat.astrobl.ru/documents/docs?search = %D0 %94 %D0 %BE %D0 %BA %D0 %BB %D0 %B0 %D0 %B4+ %D0 %BE %D0 %B1+ %D1 %8D %D0 %BA %D0 %BE %D0 %BB %D0 %BE %D0 %B3 %D0 %B8 %D1 %87 %D0 %B5 %D1 %81 %D0 %BA %D0 %BE %D0 %B9+ %D1 %81 %D0 %B8 %D1 %82 %D1 %83 %D0 %B0 %D1 %86 %D0 %B8 %D0 %B8+ %D0 %B2+ %D0 %90 %D1 %81 %D1 %82 %D1 %80 %D0 %B0 %D1 %85 %D0 %B0 %D0 %BD %D1 %81 %D0 %BA %D0 %BE %D0 %B9+ %D0 %BE %D0 %B1 %D0 %BB %D0 %B0 %D1 %81 %D1 %82 %D0 %B8+&numb = &date =](https://nat.astrobl.ru/documents/docs?search=%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4+%D0%BE%D0%B1+%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9+%D1%81%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8+%D0%B2+%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8+&numb=&date=) (дата обращения: 09.08.2025).
17. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А. Экологические (корреляционные) исследования в здравоохранении // Наука и здравоохранение. 2015. № 5. С. 5–18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-korrelyatsionnye-issledovaniya-v-zdravoohranenii/viewer> (дата обращения: 09.08.2025).
18. Холматова К.К., Гржибовский А.М. Применение экологических исследований в медицине и общественном здравоохранении // Экология человека. 2016. № 9. С. 57–64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ekologicheskikh-issledovaniy-v-medsine-i-obshchestvennom-zdravoohranenii/viewer>. (дата обращения: 09.08.2025).
19. Корсаков А.В., Домахина А.С., Трошин В.П., Гегерь Э.В. Заболеваемость детского и взрослого населения Брянской области в зависимости от уровней радиационного, химического и сочетанного загрязнения: экологическое исследование // Экология человека. 2020. № 7. С. 4–14. DOI: 10.33396 / 1728-0869-2020-7-4-14.