



Научная статья

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУХА, ВОДЫ И ПОЧВЫ НА СМЕРТНОСТЬ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ОТДЕЛЬНЫМИ КЛАССАМИ ЗАБОЛЕВАНИЙ И НОЗОЛОГИЯМИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН (2019–2023 ГГ.)

Р.Н. Хайруллин<sup>1</sup>, М.А. Пяташина<sup>2</sup>, А.А. Титова<sup>2</sup>, Ч.И. Ильдарханова<sup>1</sup>, Г.Н. Ершова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Межрегиональный клинико-диагностический центр, Российская Федерация, 420101, г. Казань, ул. Карбышева, 12а

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан, Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. Большая Красная, 30

*Исследовано влияние восьми микробиологических и химических экологических факторов на показатели смертности, первичной заболеваемости и распространенности заболеваний по 19 классам в 45 муниципальных образованиях Республики Татарстан, в том числе детского, трудоспособного и старше трудоспособного возраста за 2019–2023 гг. Цель – определить приоритетные факторы среды обитания, формирующие медико-демографические потери населения по отдельным классам болезней и нозологиям для Республики Татарстан. Задачи – определение корреляции, тесноты связи между экологическими и медико-демографическими факторами, построение прогностических моделей регрессии и оценка коэффициентов регрессии дополнительного риска заболеваемости и смертности.*

*Результаты сравнительного анализа влияния качества воздуха, почвы и воды в Республике Татарстан подтвердили тренды Российской Федерации относительно взаимосвязи заболеваемости и смертности и химических загрязнений воздуха и несоответствия водоснабжения санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, почв по микробиологическим показателям, а также специфические риски в Республике Татарстан. Наибольшее количество сильных корреляционных связей обнаружено по качеству воздуха, меньшее количество связей среднего уровня – по качеству воды, минимальное – по качеству почвы. Относительно первичной заболеваемости и распространенности заболеваний наиболее уязвимой категорией остаются дети. Многофакторные модели определили, что дополнительный риск заболеваемости, ассоциируемый с факторами окружающей среды, составляет у детей от 44 до 67 %, у трудоспособного населения – 59 %, у населения старше трудоспособного – 30 % существующих средних показателей заболеваемости по различным классам болезней.*

*Сильная прямая корреляционная связь заболеваемости детей новообразованиями установлена с долей проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений с превышением предельно допустимой концентрации по содержанию диоксида азота и аммиака; превышением предельно допустимой концентрации по содержанию аммиака и распространенности / заболеваемости женщин трудоспособного возраста осложнениями беременности и родов. Относительно невозвратных потерь выявлены корреляции различной тесноты связи, причем сильная нелинейная корреляционная связь смертности лиц старше 80 лет от всех причин зафиксирована с долей проб воздуха с превышением предельно допустимой концентрации диоксида азота. Прогностические модели позволяют рассчитать положительный эффект модификации факторов окружающей среды для снижения дополнительного риска заболеваемости и смертности населения.*

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическое благополучие, факторы среды обитания, модификация риска, смертность, первичная заболеваемость, распространенность заболеваний, корреляционно-регрессионный анализ, прогностическая модель.

© Хайруллин Р.Н., Пяташина М.А., Титова А.А., Ильдарханова Ч.И., Ершова Г.Н., 2025

**Хайруллин Рустем Наилевич** – академик Академии наук Республики Татарстан, заслуженный врач Российской Федерации и Республики Татарстан, доктор медицинских наук, генеральный директор (e-mail: dr.kharu@gmail.com; тел.: 8 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2160-7720>).

**Пяташина Марина Александровна** – член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, доктор медицинских наук, Руководитель (e-mail: RPN.RT@tatar.ru; тел.: 8 (843) 238-98-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6302-3993>).

**Титова Альфия Абдулловна** – кандидат медицинских наук, начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: RPN.RT@tatar.ru; тел.: 8 (843) 238-98-54).

**Ильдарханова Чулпан Ильдусовна** – доктор социологических наук, заведующий кафедрой медицинской демографии, директор Научно-исследовательского института архитектуры здравоохранения (e-mail: chulpanildusovna@gmail.com; тел.: 8 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3992-0336>).

**Ершова Гузель Николаевна** – кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник кафедры медицинской демографии, Научно-исследовательский институт архитектуры здравоохранения (e-mail: ershova104@mail.ru; тел.: 8 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6399-0521>).

Около 25 % глобального бремени болезней связано с экологическими угрозами, которые в значительной степени можно предотвратить. В 2019 г. воздействие отдельных химических веществ привело к потере 2 млн жизней (из них почти половина – вследствие смертности от болезней системы кровообращения, хронической обструктивной болезни легких и новообразований) и 53 млн лет ожидаемой продолжительности жизни с поправкой на инвалидность<sup>1</sup> [1]. Сведение к минимуму неблагоприятного воздействия химических загрязнений воды, почвы и воздуха является актуальной задачей для реализации Глобальных целей устойчивого развития. Насущной проблемой является определение возможностей снижения заболеваемости и смертности, которое имело бы место, если бы воздействие риска было устранено или максимально снижено до альтернативного уровня<sup>2</sup>. Всемирная организация здравоохранения также акцентирует внимание на недостаточном объеме данных о числе и степени воздействия в различных средах большого числа химических предикторов заболеваемости и смертности в странах мира. В 2015 г. Всемирная организация здравоохранения приняла резолюцию о качестве воздуха и здоровье, в которой загрязнение воздуха признано фактором риска неинфекционных заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца, инсульт, хроническая обструктивная болезнь легких, астма и рак (который подтверждается и более поздними исследованиями [1]), в том числе фактором ускоренного прогрессирования 49 заболеваний [2]. Исследователи разных стран заявили о наличии супралинейной зависимости общей смертности и загрязненности воздуха диоксидом азота, то есть о более значительном повышении риска при низких уровнях воздействия [3–9]. Отчет Комитета Великобритании по медицинскому воздействию загрязняющих веществ в воздухе был посвящен влиянию загрязненности диоксида азота на смертность от всех причин, преимущественно респираторных заболеваний [10]. Отчет данного Комитета 2022 г. был посвящен связи загрязнений воздуха и заболеваемости деменцией, на что указывают и другие страновые исследования [1, 2]. Обзор, проведенный Немецким агентством по охране окружающей среды в 2018 г., подтверждает роль длительного воздействия диоксида азота в возникновении сердечно-сосудистой смертности [11]. Диоксид азота

также является прекурсором вторичных загрязнителей воздуха, в том числе органических частиц, нитратов, сульфатов, загрязнений взвешенными твердыми частицами с аэродинамическим диаметром менее 10 и 2,5 мкм (PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>), образующихся вследствие последовательности фотохимических реакций, инициируемых активацией диоксида азота, в ряде территорий, особенно в Восточной Азии; прогнозируется 20%-ное увеличение выбросов оксидов азота к 2050 г. [12]. Исследования в Республике Татарстан были посвящены влиянию загрязнений воздуха взвешенными твердыми частицами с аэродинамическим диаметром менее 10 и 2,5 мкм (PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>) [13].

Относительно обеспечения контроля качества питьевой воды ВОЗ выпустила четыре соответствующих Руководства<sup>3</sup>, рекомендации по усовершенствованию политики водоснабжения населения на национальном и региональном уровнях [14]. Ряд страновых исследований посвящены расчетам риска предикторов окружающей среды на основе биохимических проб почв [15] и источников питьевой воды для здоровья отдельных категорий граждан [16], в том числе на региональном уровне в РФ оценены факторы заболеваемости отдельными заболеваниями [17–19]. В целом для РФ накоплена значительная база методических подходов по исследованию рисков для здоровья человека факторов окружающей среды [20]. В 2015 г. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ (Роспотребнадзор) осуществила комплексное исследование изменения смертности и morbidity населения в зависимости от факторов среды обитания, по итогам которого определены три группы предикторов в РФ: 1) несоответствие показателя «Процент проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений» по содержанию: «углеводородов, в том числе ароматических, диоксида азота, бензапирена, толуола, хлора и его соединений, фтора и его соединений, аммиака, гидроксibenзола и его производных»; 2) несоответствие процента проб почв санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям; гигиеническим нормативам по кадмию; гигиеническим нормативам по ртути; 3) несоответствие санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения и показателя «Процент проб воды централизованного питьевого

<sup>1</sup> WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – WHO, 2021. – 300 p.

<sup>2</sup> The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. Data addendum for 2019 [Электронный ресурс] // WHO. – 2021. – 4 p. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/342273/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01-eng.pdf?sequence=1> (дата обращения: 25.07.2025).

<sup>3</sup> WHO. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda [Электронный ресурс] // WHO. – 2022. – 614 p. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064> (дата обращения: 28.07.2025).

водоснабжения гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям»<sup>4</sup>. Результаты исследований по показателям дополнительной morbidity и смертности населения, ассоциированной с факторами окружающей среды, по регионам РФ в ежегодных государственных докладах Роспотребнадзора представлены по критерию выше / ниже среднероссийского показателя. Для количественной оценки этих взаимосвязей на региональном уровне научная школа кафедры медицинской демографии Научно-исследовательского института архитектуры здравоохранения ГАУЗ «МКДЦ» проанализировала влияние микробиологических и химических экологических факторов на показатели morbidity и смертности населения в Республике Татарстан в 2019–2023 гг.

**Цель исследования** – выявить приоритетные предикторы среды обитания, детерминирующие медико-демографические потери населения по отдельным классам болезней и нозологиям для Республики Татарстан. Задачи: определение корреляции, тесноты связи между экологическими и медико-демографическими факторами, построение прогностических моделей регрессии и оценка коэффициентов регрессии дополнительного риска заболеваемости и смертности.

**Материалы и методы.** Для определения приоритетных факторов среды обитания, формирующих медико-демографические потери населения для Республики Татарстан (РТ), кафедрой медицинской демографии проведены расчеты по показателям санитарно-эпидемиологического благополучия Республики Татарстан по всем 45 муниципальным образованиям РТ за 2019–2023 гг. по методике Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ (Роспотребнадзор)<sup>5</sup>. Для Республики Татарстан за 2019–2023 гг. шесть из 14 перечисленных выше показателей, детерминирующих медико-демографические риски в РФ, нулевые, соответственно, для Республики Татарстан статистически незначимы («процент проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений с превышением ПДК по содержанию бензапирена, толуола, хлора и его соединений, фтора и его соединений, показатели процента проб почв в селитебной зоне, не соответствующих гигиеническим нормативам по кадмию и по ртути»). Данный

факт обусловил разработку кафедрой медицинской демографии электронной базы данных «Модифицируемые факторы риска заболеваемости и смертности в Республике Татарстан (2019–2023 гг.)»<sup>6</sup>, в которую внесены восемь рассчитанных на основании формы-18 Роспотребнадзора показателей<sup>7</sup>: «процент проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений с превышением ПДК по содержанию углеводов, в том числе ароматических (за 5 лет в Республике Татарстан от минимального ( $x_{\min}$ ) = 0, до максимального ( $x_{\max}$ ) = 0,04), диоксида азота ( $x_{\min}$  = 1,18,  $x_{\max}$  = 2,17), аммиака ( $x_{\min}$  = 0,42,  $x_{\max}$  = 2,26), гидроксibenзола и его производных ( $x_{\min}$  = 0,  $x_{\max}$  = 0,5), процент источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам ( $x_{\min}$  = 17,2,  $x_{\max}$  = 20,96), процент проб воды централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям ( $x_{\min}$  = 3,05,  $x_{\max}$  = 3,96), процент проб почв, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям ( $x_{\min}$  = 3,2,  $x_{\max}$  = 5,07)», данные Министерства здравоохранения РТ: показатели смертности, в том числе по наиболее значимым отдельным нозологиям (острое нарушение мозгового кровообращения, хроническая обструктивная болезнь легких, туберкулез, пневмония), для подгрупп населения 1–4 года, 0–17 лет, старше 80 лет, первичной заболеваемости и распространенности заболеваний по 19 классам МКБ-10 во всех 45 муниципальных образованиях РТ, в том числе детского, трудоспособного и старше трудоспособного возраста<sup>8</sup>. Посредством корреляционно-регрессионного анализа исследовано влияние восьми микробиологических и химических экологических факторов на показатели здоровья населения в Республике Татарстан. На основании прогностических моделей оценены факторы дополнительного риска заболеваемости, распространенности заболеваний и смертности в Республике Татарстан.

Для оценки тесноты связи и интерпретации корреляции Спирмена использовалась следующая шкала: слабая связь (0,1–0,29), средняя (0,3–0,69), сильная (0,7–1). Построено 500 однофакторных моделей по ежегодным показателям, 219 из них с

<sup>4</sup> Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 60 с.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Модифицируемые факторы риска заболеваемости и смертности в Республике Татарстан (2019–2023 годы): свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025623030 Российская Федерация / Р.Н. Хайруллин, М.А. Пяташина, А.А. Титова, Ч.И. Ильдарханова, Г.Н. Ершова. – заявл. 19.06.2025, опубл. 15.07.2025; заявитель: ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан.

<sup>7</sup> Форма 18. Сведения о санитарном состоянии субъекта РФ за 2019–2023 гг. // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по РТ.

<sup>8</sup> Статистика здоровья населения и здравоохранения (по материалам Республики Татарстан за 2015–2023 годы): учеб.-метод. пособие / М.М. Миннуллин, А.В. Коростелева, Г.Р. Хуснуллина, Р.Р. Залялов [и др.]. – Казань, 2019–2023; За 2019–2021 гг. данные о первичной заболеваемости и распространенности заболеваний трудоспособного возраста отсутствуют.

$p < 0,05$ , по наиболее значимым отдельным нозологиям построено 44 дополнительных ежегодных модели с  $p < 0,05$ . Определение тесноты связи со всеми выявленными факторами осуществлено посредством множественного регрессионного анализа средних за пять лет показателей. Ненулевые показатели доли атмосферных проб с превышением предельно допустимых концентраций (ППДК) по углеводородам, в том числе ароматическим, выявлены только в 2021 г., а по гидроксibenзолу – только в 2019 г., их влияние можно отнести к временному, они не были включены в множественный анализ. Построено восемь многофакторных моделей с уровнем значимости  $p < 0,05$ , дополнительно рассчитано 28 однофакторных моделей (в случае незначимости остальных предикторов) с уровнем значимости  $p < 0,05$ . Указанные исследовательские процедуры позволили выявить наиболее значимые факторы.

Уравнение множественной линейной регрессии имеет вид:

$$y = \beta x_1 + \beta x_2 \dots + \beta x_n + \alpha,$$

где  $y$  – показатель заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности,  $\alpha$  – коэффициент  $y$ -пересечения,  $\beta x_1 \dots \beta x_n$  – факторы окружающей среды.

Дополнительный риск заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности, обусловленный данным регрессором, вычислен как разница между средним пятилетним уровнем заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности и достигаемым в случае нулевых показателей фактора.

**Результаты и их обсуждение.** Относительно первичной заболеваемости по 19 классам болезней за 2019–2023 гг. установлена сильная прямая линейная связь показателей «Процент проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений с превышением ПДК по содержанию диоксида азота ( $\text{NO}_2$ )» и «Процент проб атмосферного воздуха городских и сельских поселений с превышением ПДК по содержанию аммиака» ( $\text{NH}_3$ )» с заболеваемостью детей новообразованиями, коэффициент детерминации высокий (0,5), что позволяет считать эту модель достоверной (табл. 1).

С остальными предикторами многофакторных моделей установлена средняя связь с коэффициентом детерминации менее 0,5. Относительно заболеваемости новообразованиями когорты населения старше трудоспособного, регрессор загрязненности воздуха  $\text{NH}_3$  оказался незначим, в уравнение регрессии

Таблица 1

Многофакторные модели взаимосвязи заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности и факторов окружающей среды в РТ 2019–2023 гг.

|                                                                                   | Дополнительный риск заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности, случаев на 100 тыс. населения | $p$ -value | $\alpha$ -коэф. | $\beta$ -коэффициенты                            |               |                                                                                             |                                          |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|--------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                                                                                                                 |            |                 | % проб атмосферного воздуха с ППДК по содержанию |               | несоответствие централизованного питьевого водоснабжения санитарно-гигиеническим нормативам |                                          | несоответствие почв санитарно-гигиеническим нормативам |
|                                                                                   |                                                                                                                 |            |                 | $\text{NO}_2$                                    | $\text{NH}_3$ | % источников и водопроводов                                                                 | % проб по микробиологическим показателям | % проб по микробиологическим показателям               |
| Заболеваемость детей новообразованиями                                            | 2,5                                                                                                             | 0,0156     | 1,2             | 1,6                                              | 0,02          | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей отдельными состояниями, возникающими в перинатальном периоде | 284,5                                                                                                           | 0,0005     | 283,6           | 150,1                                            | 64,6          | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость трудоспособного населения болезнями органов дыхания                | 95,8                                                                                                            | 0,0004     | 94,3            | 31,6                                             | -             | 1                                                                                           | -                                        | 114                                                    |
| Заболеваемость детей болезнями кожи и подкожной клетчатки                         | 33                                                                                                              | 0,0052     | 33,5            | 18,4                                             | -             | 0,3                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей болезнями органов пищеварения                                | 25                                                                                                              | 0,0036     | 31,5            | -                                                | -             | 0,3                                                                                         | 2,9                                      | -                                                      |
| Заболеваемость трудоспособного населения болезнями кожи и подкожной клетчатки     | 14,6                                                                                                            | 0,0020     | 10,1            | 6,5                                              | -             | 0,2                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость старше трудоспособного возраста новообразованиями                  | 5,56                                                                                                            | 0,0007     | 13,1            | 3,9                                              | -             | 0,1                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у детей болезней органов пищеварения                           | 46,9                                                                                                            | 0,0251     | 107             | -                                                | -             | 0,8                                                                                         | 7,9                                      | -                                                      |

Примечание: ППДК – превышение предельно допустимых концентраций.

дополнительно внесен показатель несоответствия источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам с коэффициентом регрессии 0,1.  $\text{NO}_2$  и  $\text{NH}_3$  значимы со средним уровнем связи с морбидностью детей отдельными состояниями, возникающими в перинатальном периоде. Загрязненность  $\text{NO}_2$  присутствует во всех многофакторных моделях, кроме болезней органов пищеварения. Кроме него, для морбидности как у детей, так и у трудоспособного населения, болезнями кожи и подкожной клетчатки определяющим регрессором является показатель несоответствия источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. Исследование ФГБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора 2017 г. также определило влияние несоответствия питьевой воды санитарно-гигиеническим нормативам и заболеваемости кожи для всего населения РФ [20].

В многофакторной модели, определяющей связь с детской заболеваемостью и распространенностью болезней органов пищеварения, значимыми факторами выступили только показатели несоответствия централизованного питьевого водоснабжения санитарно-гигиеническим нормативам: доля источников и водопроводов и доля проб по микробиологическим показателям. Наряду с загрязненностью воздуха  $\text{NO}_2$  и несоответствием источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам дополнительным предиктором заболеваемости болезнями органов дыхания трудоспособного населения являются нестандартные пробы почв по микробиологическим показателям.

В случаях статистической значимости для морбидности и распространенности определенных классов заболеваний и отдельных нозологий только одного из регрессоров было оценено их влияние на основании однофакторных моделей (табл. 2).

Наиболее сильная связь установлена для проб атмосферного воздуха с ППДК по содержанию  $\text{NH}_3$  с заболеваемостью женщин трудоспособного возраста болезнями класса 15 «Осложнения беременности и родов», влияние по данному классу остальных факторов незначимо. Наивысший среди всех однофакторных моделей коэффициент детерминации ( $R^2 > 0,5$ ) указывает на высокий уровень аппроксимации модели. Средняя за пять лет частота осложнений беременности и родов в Республике Татарстан составила 58,75 на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста. Дополнительный риск заболеваемости, обусловленный данным регрессором, согласно линей-

ной модели, составляет 13,25 на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста. Для остальных классов болезней и нозологий загрязненность воздуха  $\text{NH}_3$  незначима.

Определена сильная связь доли атмосферных проб с ППДК по содержанию  $\text{NO}_2$  со смертностью лиц старше 80 лет, уровень смертности в этом диапазоне выше остальных возрастных когорт: 14 823,6 на 100 тыс. населения, согласно построенной линейной модели, дополнительный риск составляет 3979,7 на 100 тыс. населения (см. табл. 2). Устойчивая связь загрязненности воздуха  $\text{NO}_2$  со смертностью в Республике Татарстан подтверждает итоги международного метаанализа относительного риска общей смертности  $RR$ , оцениваемого в 1,02 при доверительном интервале 95 % при увеличении концентрации диоксида азота  $1,01 \approx 1,04$  на  $10 \text{ мкг/м}^3$  [21]. Исследование не подтвердило отмеченную ранее в Республике Татарстан взаимосвязь несоответствия санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения и заболеваемости болезнями мочеполовой системы [18].

По итогам исследования определены модели связи между экологическими факторами и смертностью / заболеваемостью населения в разрезе классов болезней, детерминирующие медико-демографические потери. Сравнительный анализ влияния факторов окружающей среды в Российской Федерации<sup>9</sup> и в Республике Татарстан выявил одинаковые тренды: 1) загрязненности воздуха  $\text{NO}_2$  – на смертность от болезней органов дыхания в РФ, а в Республике Татарстан – на заболеваемость болезнями данного класса детей и пожилых (пятая по значимости причина смертности в Республике Татарстан и шестая – в РФ); 2) несоответствия санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения – на морбидность детей болезнями органов пищеварения в РФ (седьмая по значимости причина детской смертности в Республике Татарстан и восьмая – в РФ) и заболеваемость данным классом населения старше трудоспособного в Республике Татарстан (пятая причина смертности в Республике Татарстан и четвертая – в РФ), заболеваемость болезнями кожи и подкожной клетчатки, заболеваемость в РФ взрослого, а в Республике Татарстан старше трудоспособного населения новообразованиями (второй по вкладу причины смерти в российском и региональном бремени болезней у пожилых и третьей – у детей); 3) несоответствия почв по микробиологическим показателям – на морбидность болезнями органов дыхания (в РФ детского, а в Республике Татарстан – трудоспособного населения)<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 60 с.

<sup>10</sup> Там же.

Таблица 2

Однофакторные модели связи заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности и факторов окружающей среды в РТ в 2019–2023 гг.

| Класс болезней или нозология                                                                          | Дополнительный риск заболеваемости / распространенности заболеваний / смертности; случаев на 100 000 населения | p-value | α-коэф. | β-коэффициенты                                   |                 |                                                                                             |                                          |                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                                       |                                                                                                                |         |         | % проб атмосферного воздуха с ППДК по содержанию |                 | несоответствие централизованного питьевого водоснабжения санитарно-гигиеническим нормативам |                                          | несоответствие почв санитарно-гигиеническим нормативам |
|                                                                                                       |                                                                                                                |         |         | NO <sub>2</sub>                                  | NH <sub>3</sub> | % источников и водопроводов                                                                 | % проб по микробиологическим показателям | % проб по микробиологическим показателям               |
| 1                                                                                                     | 2                                                                                                              | 3       | 4       | 5                                                | 6               | 7                                                                                           | 8                                        | 9                                                      |
| Заболеваемость трудоспособных женщин осложнениями беременности и родов                                | 13,3                                                                                                           | 0,0000  | 45,5    | -                                                | 1441            | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Смертность от всех причин лиц старше 80 лет                                                           | 3979,7                                                                                                         | 0,0000  | 10843,9 | 4865,9                                           | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у населения старше трудоспособного новообразований                                 | 30,6                                                                                                           | 0,0000  | 104,2   | 20,7                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у трудоспособных женщин осложнений беременности и родов                            | 11,8                                                                                                           | 0,0000  | 47      | -                                                | 856,2           | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей некоторыми инфекционными и паразитарными заболеваниями                           | 25,6                                                                                                           | 0,0011  | 33,1    | 15,1                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у детей болезней мочеполовой системы                                               | 27,7                                                                                                           | 0,0005  | 39,6    | 19,9                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей болезнями мочеполовой системы                                                    | 11,6                                                                                                           | 0,0003  | 15,8    | 8,1                                              | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей общая                                                                            | 536                                                                                                            | 0,0028  | 1224,1  | 313,4                                            | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость детей болезнями костно-мышечной системы                                                | 13,3                                                                                                           | 0,0196  | 18      | 9,2                                              | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Смертность трудоспособного населения от болезней органов дыхания                                      | 2,9                                                                                                            | 0,0058  | 21      | -                                                | -               | 0,1                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость населения старше трудоспособного психическими расстройствами                           | 1,9                                                                                                            | 0,0119  | 1,4     | -                                                | -               | -                                                                                           | 0,2                                      | -                                                      |
| Заболеваемость трудоспособного населения болезнями органов пищеварения                                | 1,9                                                                                                            | 0,0083  | 18,7    | -                                                | -               | 0,3                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Смертность трудоспособного населения от пневмонии                                                     | 1,8                                                                                                            | 0,0168  | 10      | -                                                | -               | 0,1                                                                                         | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость трудоспособного населения психическими расстройствами                                  | 0,9                                                                                                            | 0,0093  | 1,8     | 0,5                                              | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Смертность от всех причин                                                                             | 1020                                                                                                           | 0,0199  | 1388,5  | -                                                | -               | -                                                                                           | 26,6                                     | -                                                      |
| Заболеваемость детей болезнями органов дыхания                                                        | 327,7                                                                                                          | 0,0230  | 839,7   | 184,6                                            | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у трудоспособного населения болезней органов дыхания                               | 58,8                                                                                                           | 0,0324  | 164,9   | 22,4                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у населения старше трудоспособного возраста болезней органов дыхания               | 45,4                                                                                                           | 0,0249  | 202,8   | 29,3                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Заболеваемость населения старше трудоспособного болезнями органов дыхания                             | 40,4                                                                                                           | 0,0321  | 133,6   | 27,4                                             | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Смертность от старости                                                                                | 39,5                                                                                                           | 0,0224  | 100,6   | -                                                | -               | -                                                                                           | 9,9                                      | -                                                      |
| Распространенность у населения старше трудоспособного возраста болезней кожи и подкожной клетчатки    | 17,9                                                                                                           | 0,0189  | 25,9    | 8,9                                              | -               | -                                                                                           | -                                        | -                                                      |
| Распространенность у детей врожденных аномалий (пороков развития), деформаций и хромосомных нарушений | 12,8                                                                                                           | 0,0503  | 28,9    | -                                                | -               | -                                                                                           | 1,6                                      | -                                                      |

| 1                                                                                                      | 2    | 3      | 4    | 5   | 6 | 7 | 8   | 9  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|------|-----|---|---|-----|----|
| Распространенность у трудоспособного населения болезней кожи и под-кожной клетчатки                    | 12,1 | 0,0291 | 21,6 | 5,2 | - | - | -   | -  |
| Распространенность у трудоспособного населения некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний       | 11,2 | 0,0226 | 17,3 | -   | - | - | -   | 72 |
| Заболеваемость населения старше трудоспособного некоторыми инфекционными и паразитарными заболеваниями | 6,1  | 0,0204 | 6,6  | 3,7 | - | - | -   | -  |
| Заболеваемость трудоспособного населения некоторыми инфекционными и паразитарными заболеваниями        | 4,5  | 0,0307 | 6,1  | 2,3 | - | - | -   | -  |
| Заболеваемость детей болезнями системы кровообращения                                                  | 4,2  | 0,0309 | 6,7  | 3,7 | - | - | -   | -  |
| Заболеваемость населения старше трудоспособного болезнями органов пищеварения                          | 2,3  | 0,0366 | 18   | -   | - | - | 1,6 | -  |

Специфика ситуации в Республике Татарстан: влияние химической загрязненности воздуха  $\text{NO}_2$  на заболеваемость детей болезнями системы кровообращения (шестой по значимости в РФ и четвертой в Республике Татарстан причины смертности детей), костно-мышечной системы, мочеполовой системы, трудоспособного населения – болезнями кожи и подкожной клетчатки, а также совместно с аммиаком – на детскую заболеваемость некоторыми инфекционными и паразитарными заболеваниями, отдельными состояниями, возникающими в перинатальном периоде; несоответствия проб воды по микробиологическим показателям – на общую смертность, смертность от старости, заболеваемость населения старше трудоспособного возраста психическими расстройствами; несоответствия санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам источников и водопроводов питьевого централизованного водоснабжения – на смертность в трудоспособном возрасте от болезней органов дыхания, в том числе от пневмонии, на смертность от старости; несоответствия проб почв по микробиологическим показателям – на распространенность некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний. Результаты анализа установили, что обозначенные тренды не имеют характера демографической катастрофы, но при существующих показателях снижения численности населения, сокращения рождаемости, роста смертности модификация факторов окружающей среды будет способствовать снижению бремени отдельных классов болезней для медико-демографических потерь.

Перспективы исследования также лежат в дальнейшем детальном исследовании выявленных факторов методом «Экспозиция – ответ»<sup>11</sup> на региональном уровне, сопоставлении выявленных рисков с допустимыми уровнями и установлении приоритетов и сценариев предотвращения и сокращения медико-

демографических рисков в Республике Татарстан. Предметом специального исследования может стать анализ дополнительных переменных, например, показателей деятельности системы здравоохранения.

**Выводы.** Наибольшее количество сильных корреляционных связей обнаружено по качеству воздуха, меньшее количество связей среднего уровня – по качеству воды, минимальное – по качеству почвы. Относительно первичной заболеваемости и распространенности заболеваний наиболее уязвимой категорией остаются дети; выявлено наибольшее количество корреляций загрязненности воздуха, почв, воды с различной теснотой связи с показателями детской заболеваемости. Меньшее количество корреляций загрязненности воздуха, почв и воды с различной теснотой связи выявлено с заболеваемостью трудоспособного и старше трудоспособного населения. Многофакторные модели показали, что дополнительный риск заболеваемости, ассоциируемый с факторами окружающей среды, определяет у детей от 44 до 67 %, у трудоспособного – 59 %, у населения старше трудоспособного – 30 % существующих средних показателей заболеваемости по различным классам болезней. Однофакторные модели выявили, что несоответствие питьевого водоснабжения детерминирует дополнительный риск 12–15 % смертности от различных причин трудоспособного населения и 28 % старше трудоспособного возраста, 30 % от существующего уровня составляет дополнительный риск распространенности врожденных аномалий у детей, 9 % – дополнительный риск заболеваемости болезнями органов пищеварения у трудоспособного, от 11 до 57 % – дополнительный риск заболеваемости различными классами у населения старше трудоспособного со средним уровнем связи. Сильный уровень корреляционной связи установлен для моделей, опреде-

<sup>11</sup> Р 2.1.10.3968-23. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 06.03.2023.

ляющих дополнительный риск от загрязненности воздуха аммиаком – 20 % заболеваемости и 22 % распространенности у женщин трудоспособного возраста осложнений беременности и родов – и дополнительный риск от загрязненности диоксидом азота – 27 % смертности лиц старше 80 лет; средний уровень связи в однофакторных моделях, определяющих влияние загрязненности воздуха диоксидом азота на дополнительный риск – 23–47 % заболеваемости и распространенности заболеваний различных классов.

Выводы относительно достоверных моделей Республики Татарстан могут быть приняты во внимание при оценке факторов риска в сопредельных

регионах. Модели, детерминирующие дополнительные риски заболеваемости и смертности по наиболее значимым для медико-демографических потерь классам болезней системы кровообращения, новообразованиям, болезням органов дыхания, пищеварения, актуализируют модификацию факторов окружающей среды, анализ и поиск дополнительных предикторов, в том числе в контексте достижения целей национальных проектов РФ.

**Финансирование.** Источник финансирования исследования не предусмотрен.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Long-term exposure to air pollution and incident Alzheimer's disease among older adults: evidence from a large-scale retrospective cohort in Korea / H.D. Kim, J. Oh, J. Myung, C. Han, H.J. Bae, S. Kim, Y.-C. Hong, Y.-H. Lim, D.-W. Lee // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* – 2025. – Vol. 32, № 30. – P. 18349–18365. DOI: 10.1007/s11356-025-36723-7
2. Ambient air pollution exposure accelerates the occurrence of 78 non-communicable chronic diseases: an accelerated failure time analysis of a nationwide cohort / F. Tian, S. Wei, Z. Qian, J. Zhao, Y. Wang, K.-F. Ho, L.D. Arnold, T. Burroughs, H. Lin // *GeroScience.* – 2025. DOI: 10.1007/s11357-025-01806-3
3. Longterm exposure to traffic-related air pollution and the risk of death from hemorrhagic stroke and lung cancer in Shizuoka, Japan / T. Yorifuji, S. Kashima, T. Tsuda, K. Ishikawa-Takata, T. Ohta, K. Tsuruta, H. Doi // *Sci. Total Environ.* – 2013. – Vol. 443. – P. 397–402. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.088
4. Weichenthal S., Pinault L.L., Burnett R.T. Impact of oxidant gases on the relationship between outdoor fine particulate air pollution and nonaccidental, cardiovascular, and respiratory mortality // *Sci. Rep.* – 2017. – Vol. 7, № 1. – P. 16401. DOI: 10.1038/s41598-017-16770-y
5. Tonne C., Wilkinson P. Long-term exposure to air pollution is associated with survival following acute coronary syndrome // *Eur. Heart J.* – 2013. – Vol. 34, № 17. – P. 1306–1311. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs480
6. Long-term ambient multipollutant exposures and mortality / J.E. Hart, E. Garshick, D.W. Dockery, T.J. Smith, L. Ryan, F. Laden // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2011. – Vol. 183, № 1. – P. 73–78. DOI: 10.1164/rccm.200912-1903OC
7. Changes in traffic exposure and the risk of incident myocardial infarction and all-cause mortality / J.E. Hart, E.B. Rimm, K.M. Rexrode, F. Laden // *Epidemiology.* – 2013. – Vol. 24, № 5. – P. 734–742. DOI: 10.1097/EDE.0b013e31829d5dae
8. Long-term ozone exposure and mortality in a large prospective study / M.C. Turner, M. Jerrett, C.A. Pope 3rd, D. Krewski, S.M. Gapstur, W.R. Diver, B.S. Beckerman, J.D. Marshall [et al.] // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2016. – Vol. 193, № 10. – P. 1134–1142. DOI: 10.1164/rccm.201508-1633OC
9. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort / I.M. Carey, R.W. Atkinson, A.J. Kent, T. van Staa, D.G. Cook, H.R. Anderson // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2013. – Vol. 187, № 11. – P. 1226–1233. DOI: 10.1164/rccm.201210-1758OC
10. Associations of long-term average concentrations of nitrogen dioxide with mortality: a report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants [Электронный ресурс]. – London: Public Health England, 2018. – 128 p. – URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/734799/COMEAP\\_NO2\\_Report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/734799/COMEAP_NO2_Report.pdf) (дата обращения: 25.07.2025).
11. Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffdioxid-Exposition in Deutschland [Электронный ресурс] / A. Schneider, J. Cyrus, S. Breitner, U. Kraus, A. Peters. – Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2018. – 172 p. – URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht\\_no2\\_krankheitslast\\_final\\_2018\\_03\\_05.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht_no2_krankheitslast_final_2018_03_05.pdf) (дата обращения: 25.07.2025).
12. Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models / S.T. Turnock, R.J. Allen, M. Andrews, S.E. Bauer, M. Deushi, L. Emmons, P. Good, L. Horowitz [et al.] // *Atmos. Chem. Phys.* – 2020. – Vol. 20, № 23. – P. 14547–14579. DOI: 10.5194/acp-20-14547-2020
13. Влияние мелкодисперсных взвешенных частиц в атмосферном воздухе на формирование и течение Т2-эндотипа бронхиальной астмы / Л.М. Фатхутдинова, О.В. Скороходкина, Л.И. Яппарова, М.Р. Хакимова, А.Р. Рахимзянов, А.В. Абляева, А.И. Носков, Г.Ф. Габидинова [и др.] // *Гигиена и санитария.* – 2022. – Т. 101, № 12. – С. 1469–1475. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-12-1469-1475
14. The measurement and monitoring of water supply, sanitation and hygiene (WASH) affordability: A missing element of monitoring of Sustainable Development Goal (SDG) targets 6.1 and 6.2 [Электронный ресурс]. – New York: UNICEF, WHO, 2021. – 121 p. – URL: <https://washdata.org/sites/default/files/2021-05/unicef-who-2021-affordability-of-wash-services-full.pdf> (дата обращения: 04.08.2025).
15. Opportunistic Pathogen and Virulence Factor Dynamics Along Stored Manure, Receiving Soil and Green Leaf Continuum in Wet Zone of Sri Lanka / S.J.G. Ranasinghe, Z. Han, T. Perera, T. Tun, C. Wang, Y. Zhang, M. Yang // *Water Air Soil Pollut.* – 2025. – Vol. 236. – P. 701. DOI: 10.1007/s11270-025-08358-4
16. Groundwater quality assessment and health risk evaluation for schoolchildren in Mujibnagar, Bangladesh: safe consumption guidelines using artificial neural network modeling / M.O.F. Molla, M.A. Kabir, M.K. Hossain, M.S. Jahan, M.S. Khatun, S. Kumar, R. Islam // *Environ. Geochem. Health.* – 2025. – Vol. 47, № 8. – P. 324. DOI: 10.1007/s10653-025-02627-1

17. Оценка риска здоровью населения связанного с качеством питьевой воды (на примере нефтяных районов республики Башкортостан) / Л.Р. Рахматуллина, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин [Электронный ресурс] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 2. – С. 33–40. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.03
18. Пяташина М.А., Титова А.А., Панкратова О.Н. Особенности водоснабжения на территории Республики Татарстан по данным социально-гигиенического мониторинга // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 8–12 октября 2018 г. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018. – С. 76–78.
19. Влияние потребления артезианской воды, подаваемой через систему централизованного водоснабжения, на здоровье населения аридных районов Саратовской области / И.А. Мамонова, Л.П. Эрдниев, И.С. Кошелева, Д.А. Кузнецов, В.Н. Долич, Ю.С. Гусев, Н.Е. Комлева, А.Н. Микеров // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2024. – Т. 32, № 1. – С. 49–57. DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57
20. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действиями Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2018. – № 4 (301). – С. 15–20. DOI: 10.35627/2219-5238/2018-301-4-15-20
21. Huangfu P., Atkinson R. Long-term exposure to NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> and all-cause and respiratory mortality: a systematic review and meta-analysis // Environ. Int. – 2020. – Vol. 144. – P. 105998. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105998

*Влияние загрязненности воздуха, воды и почвы на смертность и заболеваемость отдельными классами заболеваний и нозологиями в Республике Татарстан (2019–2023 гг.) / Р.Н. Хайруллин, М.А. Пяташина, А.А. Титова, Ч.И. Ильдарханова, Г.Н. Ершова // Анализ риска здоровью. – 2025. – № 3. – С. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2025.3.02*

UDC 614.44

DOI: 10.21668/health.risk/2025.3.02.eng

Read  
online

Research article

## THE IMPACT OF AIR, WATER AND SOIL POLLUTION ON MORTALITY AND MORBIDITY OF CERTAIN CLASSES OF DISEASES AND NOSOLOGIES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN (2019–2023)

**R.N. Khairullin<sup>1</sup>, M.A. Patyashina<sup>2</sup>, A.A. Titova<sup>2</sup>, Ch.I. Ildarkhanova<sup>1</sup>, G.N. Ershova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Interregional Clinical Diagnostic Center, 12a Karbysheva Str., Kazan, 420101, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Tatarstan Regional Office, 30 Bolshaya Krasnaya Str., Kazan, 420111, Russian Federation

*We have examined influence exerted by eight microbiological and chemical environmental factors on mortality, primary incidence and disease prevalence per 19 disease classes in 45 municipalities in Tatarstan, including children, working age population and elderly people, over 2019–2023. The study aimed to identify priority environmental risk factors causing medical-demographic losses of the population per specific classes of diseases and nosologies in Tatarstan. The study tasks included establishing correlations between environmental and medical-demographic factors as well as their strength; building predictive regression models; assessing regression coefficients of additional mortality and morbidity risks.*

© Khairullin R.N., Patyashina M.A., Titova A.A., Ildarkhanova Ch.I., Ershova G.N., 2025

**Rustem N. Khayrullin** – Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Honored Doctor of the Russian Federation and the Republic of Tatarstan, Doctor of Medical Sciences, Chief Executive Officer (e-mail: dr.kharu@gmail.com; tel.: +7 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2160-7720>).

**Marina A. Patyashina** – Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Doctor of Medical Sciences, Head (e-mail: [RPN.RT@tatar.ru](mailto:RPN.RT@tatar.ru); tel.: +7 (843) 238-98-54; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6302-3993>).

**Al'fiya A. Titova** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Social and Hygienic Monitoring (e-mail: [RPN.RT@tatar.ru](mailto:RPN.RT@tatar.ru); tel.: +7 (843) 238-98-54).

**Chulpan I. Ildarhanova** – Doctor of Sociological Sciences, Head of the Department of Medical Demography, Director of the Research Institute of Healthcare Architecture (e-mail: [chulpanildusovna@gmail.com](mailto:chulpanildusovna@gmail.com); tel.: +7 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3992-0336>).

**Guzel N. Ershova** – Candidate of Historical Sciences, Leading Researcher of the Department of Medical Demography, the Research Institute of Healthcare Architecture (e-mail: [ershova104@mail.ru](mailto:ershova104@mail.ru); tel.: +7 (843) 291-10-88; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6399-0521>).

The results obtained by comparative analysis of influence exerted by ambient air, water and soil quality in Tatarstan confirmed the existing national trends in Russia as regards associations between mortality and morbidity and chemical pollution in ambient air, water supply deviating from the existing sanitary-epidemiological rules and standards, soils not conforming to safe standards per microbiological indicators; in addition, we established some health risks specific for Tatarstan. The greatest number of strong correlations was established for ambient air quality; a smaller number of medium correlations was established for water quality; the smallest number of correlations was established for soil quality. Children remain the most susceptible population group as regards primary incidence and disease prevalence. Multifactorial models established that additional risk of environment-associated incidence ranged between 44 and 67 % for children, equaled 57 % for working age population and 30 % for people older than working age per the existing mean morbidity rates per various classes of diseases.

A strong direct correlation was established between incidence of neoplasms in children and the proportion of ambient air samples containing  $\text{NO}_2$  and  $\text{NH}_3$  in levels beyond the maximum permissible concentration; the same correlation was established between  $\text{NH}_3$  levels exceeding the maximum permissible concentration and prevalence/incidence of complications of pregnancy and childbirth among working-age women. Regarding mortality, we revealed correlations of varying strength; a strong non-linear correlation was found between all-cause mortality among people older than 80 years and the proportion of air samples containing  $\text{NO}_2$  in levels beyond its maximum permissible concentration. Predictive models allow us to calculate a positive effect of modifying environmental factors for reducing additional risk of population morbidity and mortality.

**Keywords:** sanitary and epidemiological well-being, environmental factors, risk modification, mortality, primary incidence, disease prevalence, correlation and regression analysis, predictive model.

## References

1. Kim H.D., Oh J., Myung J., Han C., Bae H.J., Kim S., Hong Y.-C., Lim Y.-H., Lee D.-W. Long-term exposure to air pollution and incident Alzheimer's disease among older adults: evidence from a large-scale retrospective cohort in Korea. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 2025, vol. 32, no. 3, pp. 18349–18365. DOI: 10.1007/s11356-025-36723-7
2. Tian F., Wei S., Qian Z., Zhao J., Wang Y., Ho K.-F., Arnold L.D., Burroughs T., Lin H. Ambient air pollution exposure accelerates the occurrence of 78 non-communicable chronic diseases: an accelerated failure time analysis of a nationwide cohort. *GeroScience*, 2025. DOI: 10.1007/s11357-025-01806-3
3. Yorifuji T., Kashima S., Tsuda T., Ishikawa-Takata K., Ohta T., Tsuruta K., Doi H. Longterm exposure to traffic-related air pollution and the risk of death from hemorrhagic stroke and lung cancer in Shizuoka, Japan. *Sci. Total Environ.*, 2013, vol. 443, pp. 397–402. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.088
4. Weichenthal S., Pinault L.L., Burnett R.T. Impact of oxidant gases on the relationship between outdoor fine particulate air pollution and nonaccidental, cardiovascular, and respiratory mortality. *Sci. Rep.*, 2017, vol. 7, no. 1, pp. 16401. DOI: 10.1038/s41598-017-16770-y
5. Tonne C., Wilkinson P. Long-term exposure to air pollution is associated with survival following acute coronary syndrome. *Eur. Heart J.*, 2013, vol. 34, no. 17, pp. 1306–1311. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs480
6. Hart J.E., Garshick E., Dockery D.W., Smith T.J., Ryan L., Laden F. Long-term ambient multipollutant exposures and mortality. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2011, vol. 183, no. 1, pp. 73–78. DOI: 10.1164/rccm.200912-1903OC
7. Hart J.E., Rimm E.B., Rexrode K.M., Laden F. Changes in traffic exposure and the risk of incident myocardial infarction and all-cause mortality. *Epidemiology*, 2013, vol. 24, no. 5, pp. 734–742. DOI: 10.1097/EDE.0b013e31829d5dae
8. Turner M.C., Jerrett M., Pope C.A. 3rd, Krewski D., Gapstur S.M., Diver W.R., Beckerman B.S., Marshall J.D. [et al.]. Long-term ozone exposure and mortality in a large prospective study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2016, vol. 193, no. 10, pp. 1134–1142. DOI: 10.1164/rccm.201508-1633OC
9. Carey I.M., Atkinson R.W., Kent A.J., van Staa T., Cook D.G., Anderson H.R. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2013, vol. 187, no. 11, pp. 1226–1233. DOI: 10.1164/rccm.201210-1758OC
10. Associations of long-term average concentrations of nitrogen dioxide with mortality: a report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. London, Public Health England, 2018, 128 p. Available at: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/734799/COMEAP\\_NO2\\_Report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/734799/COMEAP_NO2_Report.pdf) (July 25, 2025).
11. Schneider A., Cyrys J., Breitner S., Kraus U., Peters A. Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffdioxid-Exposition in Deutschland [Quantification of environmental burdens of disease due to nitrogen dioxide exposure in Germany]. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt, 2018, 172 p. Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht\\_no2\\_krankheitslast\\_final\\_2018\\_03\\_05.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht_no2_krankheitslast_final_2018_03_05.pdf) (July 25, 2025).
12. Turnock S.T., Allen R.J., Andrews M., Bauer S.E., Deushi M., Emmons L., Good P., Horowitz L. [et al.]. Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models. *Atmos. Chem. Phys.*, 2020, vol. 20, no. 23, pp. 14547–14579. DOI: 10.5194/acp-20-14547-2020
13. Fatkhutdinova L.M., Skorokhodkina O.V., Yapparova L.I., Khakimova M.R., Rakhimzyanov A.R., Ablyayeva A.V., Noskov A.I., Gabidinova G.F. [et al.]. The effect of fine suspended particles in the atmospheric air on the formation and course of the T2 endotype of bronchial asthma: a case-control study. *Gigiena i sanitariya*, 2022, vol. 101, no. 12, pp. 1469–1475. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-12-1469-1475 (in Russian).
14. The measurement and monitoring of water supply, sanitation and hygiene (WASH) affordability: A missing element of monitoring of Sustainable Development Goal (SDG) targets 6.1 and 6.2. New York, UNICEF, WHO, 2021, 121 p. Available at: <https://washdata.org/sites/default/files/2021-05/unicef-who-2021-affordability-of-wash-services-full.pdf> (August 04, 2025).

15. Ranasinghe S.J.G., Han Z., Perera T., Tun T., Wang C., Zhang Y., Yang M. Opportunistic Pathogen and Virulence Factor Dynamics Along Stored Manure, Receiving Soil and Green Leaf Continua in Wet Zone of Sri Lanka. *Water Air Soil Pollut.*, 2025, vol. 236, pp. 701. DOI: 10.1007/s11270-025-08358-4
16. Molla M.O.F., Kabir M.A., Hossain M.K., Jahan M.S., Khatun M.S., Kumar S., Islam R. Groundwater quality assessment and health risk evaluation for schoolchildren in Mujibnagar, Bangladesh: safe consumption guidelines using artificial neural network modeling. *Environ. Geochem. Health*, 2025, vol. 47, no. 8, pp. 324. DOI: 10.1007/s10653-025-02627-1
17. Rakhmatullina L.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R. Assessing health risks associated with drinking water quality (on the example of regions in bashkortostan where oil fields are located). *Health Risk Analysis*, 2021, no. 2, pp. 33–40. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.03.eng
18. Patyashina M.A., Titova A.A., Pankratova O.N. Osobennosti vodosnabzheniya na territorii Respubliki Tatarstan po dannym sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa [Features of water supply in the Republic of Tatarstan according to social and hygienic monitoring data]. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: Materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora s mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, October 8–12, 2018. Perm, Perm National Research Polytechnic University Publ., 2018, pp. 76–78 (in Russian).
19. Mamonova I.A., Erdniev L.P., Kosheleva I.S., Kuzyanov D.A., Dolich V.N., Gusev Yu.S., Komleva N.E., Mikerov A.N. Health effects of consuming artesian water supplied through the centralized distribution network in the population of arid areas of the Saratov Region. *ZNiSO*, 2024, vol. 32, no. 1, pp. 49–57. DOI: 10.35627/2219-5238/2024-32-1-49-57 (in Russian).
20. Zaitseva N.V., May I.V., Klein S.V., Kiryanov D.A. Methodological aspects and results of estimation of demographic loss associated with harmful influence of environment factors and preventive activities of Rospotrebnadzor in regions of the Russian Federation. *ZNiSO*, 2018, no. 4 (301), pp. 15–20. DOI: 10.35627/2219-5238/2018-301-4-15-20
21. Huangfu P., Atkinson R. Long-term exposure to NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> and all-cause and respiratory mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environ. Int.*, 2020, vol. 144, pp. 105998. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105998

*Khairullin R.N., Patyashina M.A., Titova A.A., Ildarkhanova Ch.I., Ershova G.N. The impact of air, water and soil pollution on mortality and morbidity of certain classes of diseases and nosologies in the Republic of Tatarstan (2019–2023). Health Risk Analysis*, 2025, no. 3, pp. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2025.3.02.eng

Получена: 07.08.2025

Одобрена: 17.09.2025

Принята к публикации: 28.09.2025