

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-1-44-58>

Анализ влияния модифицируемых факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека – разработка научного обоснования цифровых решений

Оригинальное исследование

**И.А. Шадеркин^{1,2}, А.П. Дьяченко³, Е.А. Чулюкова⁴, Т.В. Пшеничный⁴,
Л.В. Ковека⁵, В.Е. Храмцова⁵, Н.С. Гугнявых⁶, А.И. Кузьмина⁷**

¹ Институт цифрового биодизайна и моделирования живых систем Научно-технологического парка биомедицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); д. 13, стр. 1, Никитский бульвар, Москва, 119019, Россия

² ФГБУ Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения Минздрава России Минздрава РФ; 11, ул. Добролюбова, Москва, 127254, Россия

³ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» МЗ РФ; д. 1, площадь Павших Борцов, Волгоград, 400066, Россия

⁴ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; дом 1, Ленинские горы, Москва, 119234, Россия

⁵ ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ; дом 64, ул. Воровского, Челябинск, 454092, Россия

⁶ Санкт-Петербургский государственный университет; д. 7/9, Университетская набережная, Санкт-Петербург, 199034, Россия

⁷ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; дом 5, ул. Черниговская, Санкт-Петербург, 196084, Россия

Контакт: Шадеркин Игорь Аркадьевич, info@uroweb.ru

Аннотация:

Введение. В статье рассматриваются проблемы анализа неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека и возможности применения цифровых решений для этого. Целью является анализ влияния модифицируемых (изменяемых) факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека и возможности их коррекции.

Материалы и методы. В процессе работы использованы научные и обзорные статьи, отчёты и доклады государственных органов; использованы общие методы научного исследования: анализ, сравнение, обобщение, синтез, системный подход, гигиенический анализ.

Результаты. Приведена гигиеническая оценка влияния факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека и предложены меры по уменьшению их воздействия.

Выводы. Для оценки влияния факторов на здоровье необходимо получение и последующий анализ довольно разнородных и объемных данных. Поэтому для решения этой проблемы необходимы цифровые решения, основанные на сочетании различных методов.

Ключевые слова: факторы окружающей среды; здоровье человека; электромагнитные поля атмосферный воздух; вода; радиация; скорость движения воздуха; цифровые решения.

Для цитирования: Шадеркин И.А., Дьяченко А.П., Чулюкова Е.А., Пшеничный Т.В., Ковека Л.В., Храмова В.Е., Гугнявых Н.С., Кузьмина А.И. Анализ влияния модифицируемых факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека – разработка научного обоснования цифровых решений. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2024;10(1):44-58; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-1-44-58>

Analysis of the influence of modifiable environmental factors of the room and the environment on human health – development of scientific justification for digital solutions

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-1-44-58>

I.A. Shaderkin^{1,2}, A.P. Dyachenko³, E.A. Chulyukova⁴, T.V. Pshenichny⁴, L.V. Koveka⁵, V.E. Khramtsova⁵, N.S. Gugnyavykh⁶, A.I. Kuzmina⁷

¹ Institute of Digital Medicine of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Sechenov University); 1, bldg. 2, Abrikosovskiy per., Moscow, 119435, Russia

² Federal State Budgetary Institution Central Research Institute of Organization and Informatization of Health Care of the Ministry of Health of the Russian Federation of the Ministry of Health of the Russian Federation; 11, st. Dobrolyubova, Moscow, 127254, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volograd State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Fallen Fighters Square, Volgograd, 400066, Russia

⁴ Lomonosov Moscow State University; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119234, Russia

⁵ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «South-Ural State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 64, Vorovskogo str., Chelyabinsk, 454092, Russia

⁶ St. Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya embankment, St. Petersburg, 199034, Russia

⁷ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 5, Chernigovskaya, St. Petersburg, 196084, Russia

Contact: Igor A. Shaderkin, info@uroweb.ru

Annotation:

Introduction. The article considers the problems of analyzing the unfavorable impact of environmental factors on human health and the possibilities of using digital solutions for this purpose. The aim of the paper is to analyze the influence of modifiable (changeable) indoor and environmental factors on human health and the possibilities of their correction.

Materials and methods. The study was conducted using scientific and review articles, reports and reports of public authorities. General methods of scientific research such as analysis, comparison, generalization, synthesis, system approach, hygienic analysis were used.

Results. Hygienic assessment of the impact of indoor and environmental factors on human health is given and measures to reduce their impact are proposed.

Conclusions. To assess the impact of factors on health, it is necessary to obtain and subsequently analyze rather heterogeneous and voluminous data. Therefore, numerical solutions based on a combination of different methods are needed to solve this problem.

Key words: environmental factors; human health; electromagnetic fields; atmospheric air; water; radiation; air velocity; digital solutions.

For citation: Shaderkin I.A., Dyachenko A.P., Chulyukova E.A., Pshenichny T.V., Koveka L.V., Khramtsova V.E., Gugnyavykh N.S., Kuzmina A.I. Analysis of the influence of modifiable environmental factors of the room and the environment on human health – development of scientific justification for digital solutions. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2024;10(1):44-58; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-1-44-58>

■ ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач гигиены является разработка мероприятий профилактики неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека и продолжительность его жизни. Для решения этой задачи необходимо установить приоритетные факторы негативного воздействия на здоровье населения. Человек в закрытых помещениях проводит в среднем от 52 до 85% своего времени. Поэтому от состояния окружающей среды закрытых помещений также зависят здоровье населения и, в конечном итоге, продолжительность жизни.

В настоящее время во всем мире проблеме профилактике неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека уделяется большое внимание. Это вызвано появлением новых факторов, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека. Однако информация по оценке влияния многочисленных факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека является разрозненной, не позволяя учитывать их в комплексе. Цифровые решения могут быть эффективным инструментом для анализа этих факторов и разработки научного обоснования влияния их на здоровье человека.

Целью данной статьи является анализ влияния модифицируемых (изменяемых) факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека: электромагнитные поля, атмосферный воздух, вода, почва, скорость движения воздуха, радиация.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторами был проведен анализ научных статей по теме исследования в общедоступных электронных базах Medline, PubMed, Google Scholar, Elibrary. При поиске были использованы ключевые слова: electromagnetic fields (29 результатов), atmospheric air (145 результатов), water (32 результата), radiation (12 результатов), air velocity (9 результатов), digital solutions (7 результатов). В статью были включены литературные источники за последние 5 лет, на официальные документы – 3 ссылки. Используются методы: анализ, сравнение, обобщение,

синтез, системный подход, гигиенический анализ.

Ожидаемые результаты: гигиеническая оценка влияния факторов среды помещения и окружающей среды на здоровье человека. Результаты исследования можно использовать для разработки методов и технологий для предотвращения и сокращения негативного воздействия этих факторов на здоровье.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Электромагнитные поля и электромагнитные излучения

Электромагнитное излучение (ЭМИ) возникает вследствие излучения энергии от любых источников электрических токов. На организм человека в основном оказывают влияние:

- электромагнитное излучение радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) – 30 кГц-300 ГГц;
- электромагнитное излучение промышленной частоты 50 Гц.

ЭМИ РЧ включает в себя весь диапазон радиочастот от 103 Гц (300 км) до 10-12 Гц (0,03 мм) и используется в радиовещании, телевидении, радиолокации, связи и др. Основными источниками радиочастотных полей, воздействующих на людей, являются мобильные телефоны и другие радиоэлектронные устройства

Исследования показывают, что излучение радиодиапазона может негативно повлиять на здоровье, особенно на репродуктивную функцию и нервную систему человека, особенно на мозг детей. [1]. Ношение сотовых телефонов в карманах брюк может привести к уменьшению количества сперматозоидов у мужчин, ухудшению их подвижности и морфологии [1]. Исследования также связывают излучение радиодиапазона с увеличением заболеваемости раком у животных. Анализ результатов исследований и отчетов токсикологической программы США в исследованиях канцерогенности у крупных животных при воздействии ЭМИ радиодиапазона показали о значительном увеличении заболеваемости глиомой и злокачественной шванномой [2, 3].

Электрическая составляющая электромагнитного поля (ЭМП) характеризуется напряженностью электрического поля (E), магнитная

составляющая – магнитной напряженностью (Н). Величина ЭМП для ультра- и сверхвысоких частот оценивается поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ). ППЭ – это количество энергии, проникающее через единичную площадь, перпендикулярную к направлению распространения электромагнитной энергии. Она измеряется в ваттах на квадратный метр (Вт/м²).

Источниками ЭМП в помещениях являются не только средства связи, но также все приборы, работающие от электрического тока, и внешние источники: высоковольтные ЛЭП и др. Поле в жилых помещениях может сильно изменяться в зависимости от количества и мощности подключенных приборов и устройства электропроводки.

Источниками воздействия ЭМП на человека в помещениях жилых и общественных зданий, помимо средств коммуникации и связи (в том числе сотовой), являются все бытовые приборы, работающие с использованием электрического тока: СВЧ-печи, телевизоры, компьютеры, стиральные машины, пылесосы, холодильники и др. Кроме того, оказывают воздействие и внешние источники: передающие радиоэлектронные средства связи, высоковольтные линии электропередач, электротранспорт. Напряженность ЭМП может сильно изменяться в зависимости от количества и мощности подключенных приборов и устройства электропроводки.

Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, подтверждают, что ЭМП обладают значительной биологической активностью. Эксперименты на животных показали, что действие ЭМП зависит от напряженности поля, продолжительности воздействия, частоты колебания волн. Влияние ЭМП усиливается с повышением частоты колебания волн. Высокие и сверхвысокие частоты вызывают больший биологический эффект, чем низкие. Электромагнитные волны миллиметрового диапазона почти полностью поглощаются кожей и воздействуют на ее рецепторы; сантиметровые и дециметровые практически не поглощаются кожей, а проникают глубже и влияют на внутренние структуры ткани, особенно мозга [4].

Человеческий организм функционирует благодаря электромагнитной информации на клеточном уровне и биоэлектрическому регулированию. Воздействие ЭМП может нарушать ра-

боту органов и систем, особенно когда частоты воздействия близки к естественным частотам ЭМИ тела человека.

Наиболее подверженными воздействию ЭМП являются нервная, иммунная, эндокринная и репродуктивная системы организма. Биологический эффект ЭМП может накапливаться, что может привести к отдаленным последствиям: дегенерации центральной нервной системы, лейкозам, опухолям мозга, гормональным нарушениям [4]. Воздействие ЭМП на детей может привести к аутизму, неврозам, депрессивным состояниям, неврологическим и психическим расстройствам, а также к повышенному риску развития рака [5].

Существует недостаток комплексных исследований, оценивающих общую нагрузку ЭМП на человека в бытовой среде, учитывая воздействие различных источников неионизирующего излучения [6].

Исследования показали, что устройства, которые не контактируют напрямую с человеком, могут создавать высокие уровни электрического поля. Например, для тостеров, электрочайников, мониторов, электроплит, обогревателей и микроволновых печей были зафиксированы уровни напряженности поля свыше 100 В/м, что превышает нормативные значения. В непосредственной близости от некоторых источников напряженность поля может достигать 500 В/м [4].

Приборы, с которыми человек непосредственно контактирует в процессе их эксплуатации, представляют особую опасность. Измерительное расстояние уровня ЭМИ для большинства таких источников, согласно ГОСТ Р 54148-2010, составляет 10 см или у поверхности прибора [7]. Исследования показали, что средние показатели напряженности электрического поля электроодеяла, массажера и дрели составляли свыше 100 В/м, а у поверхности приборов в отдельных точках превышали предельно допустимого показателя 500 В/м [4].

Телевизоры с электронно-лучевыми трубками имеют наибольшую интенсивность поля, в то время как у плоских экранов она ниже в 4 раза. Интенсивность поля увеличивается с размером экрана и уменьшается с расстоянием от источника.

Микроволновые печи, работающие на частоте 2,45 ГГц, создают ЭМП, которые могут ►►

быть опасны при контакте с тканями организма. Несмотря на защиту, нарушение герметичности может значительно увеличить уровень излучения. Интенсивность воздействия магнитного поля нарастает обратно пропорционально расстоянию от источника.

Магнитные поля проникают глубже в ткани и могут оказывать более серьезное воздействие, чем электрические поля. Устройства с высоким уровнем магнитной индукции, такие как микроволновые печи, представляют особую опасность [4].

Статическое электрическое поле (СЭП), создаваемое неподвижными зарядами, также может накапливаться в помещениях: на поверхности монитора и клавиатуры компьютера, поверхностях синтетических покрытий пола и стен и др. СЭП измеряется в вольтах на метр (В/м). Гигиенические нормативы ЭМИ и ЭМП установлены СанПиН 1.2.3685-21, согласно которому уровень напряженности электростатического поля поверхности полимерных материалов в жилых и общественных зданиях должен быть не более 15кВ/м (при относительной влажности 30-60%) [8].

Предельно допустимые уровни электрических и магнитных полей промышленной частоты 50 Гц в жилых зданиях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных учреждениях составляют:

- напряженность электрического поля – 0,5 кВ/м;
- индукция (напряженность магнитного поля), мкТл (А/м) - 5,0(4,0) [8].

Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30кГц-300ГГц приведены в таблице 1.

Как следует из Доклада Роспотребнадзора за 2022 год в структуре обследованных РЭС в 2022 г., наибольший удельный вес приходится на базовые станции сотовой связи – 96,6% [9]. Базовые станции сотовой связи являются отно-

сительно маломощными объектами (излучаемая мощность до 50 Вт), однако они располагаются в черте жилой застройки, рядом с жилыми и общественными помещениями, имеют в связи с этим большую гигиеническую значимость. Удельный вес обследованных РЭС, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2021 г. составлял 1,0%, в 2022 г. – 1,2 %. [9]

В настоящее время имеются бытовые измерители электромагнитных полей — ВЕ-метры (Electromagnetic Radiation Tester, EMF Meter). Эти приборы измеряют напряженность электрического поля в В/м (вольт на метр), а также магнитную индукцию (плотность магнитного потока) в мкТл (микротесла).

В целях уменьшения воздействия ЭМП на здоровье населения необходимы мероприятия:

- контроль за исправностью приборов, особенно СВЧ-печей, не допуская их изношенности;
- снижение мощности передатчиков, изменению конструкций и направленности антенн в вертикальной плоскости;
- экранирование жилья путем использования материала, который отражает электромагнитные волны.

Атмосферный воздух

Качество атмосферного воздуха играет ключевую роль, так как оно влияет не только на внешнюю среду, но и на воздух внутри помещений. Загрязнение воздуха как снаружи, так и внутри зданий, приводит к преждевременной смерти около 6,7 миллиона людей ежегодно [10].

Загрязненный воздух негативно сказывается на здоровье дыхательной системы и способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения, а также нарушений в работе репродуктивной, неврологиче-

Таблица 1. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот 30 кГц 300 ГГц [8]
Table 1. Maximum permissible levels of electromagnetic fields in the frequency range 30 kHz 300 GHz [8]

30-300 кГц 30-300 kHz	0,3-3 МГц 0,3-3 MHz	3-30 МГц 3-30 MHz	30-300 МГц 30-300 MHz	300 МГц – 300 ГГц 300 MHz – 300 GHz
Напряженность электрического поля, E (В/м) Electric field strength, E (V/m)				Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см ²) Energy flux density, PPE (MW/cm ²)
25,0	25,0	10,0	3,0	10,0

ской и иммунной систем. Разнообразие загрязнителей создает условия для комбинированного воздействия, которое может привести к экологически обусловленным болезням, таким как риниты, тонзиллиты, хронический бронхит, бронхиальная астма, заболевания кровообращения, кожи, эндокринной и иммунной систем. Не исключено также развитие онкологических заболеваний. [11].

Атмосферный воздух состоит из смеси газов, включая азот, кислород и углекислый газ. Существуют как природные, так и антропогенные источники загрязнения. Природные источники, такие как пыль, вулканическая активность, пыльца растений и другие, обычно оказывают кратковременное воздействие и не поддаются контролю.

Основные антропогенные источники загрязнений:

- выбросы от автотранспорта: окись углерода, оксид азота, диоксид серы, озон нижних слоев атмосферы, альдегиды, акролеин, формальдегид, а также гексен и пентен, сажа, смолистые вещества, ароматические углеводороды, в частности бенз(а)пирен;
- выбросы от тепловых электростанций, включая сернистый газ и угарный газ;
- выбросы от промышленных предприятий, содержащие твердые частицы;
- выделения от бытовых отходов.

Загрязнители воздуха представляет собой смесь мелких частиц (загрязняющих веществ).

Твердые частицы (ТЧ10, ТЧ2,5) – состоят из мелких частиц, находящихся в воздухе, таких как пыль, сажа и капли жидкостей. Крупные твердые частицы диаметром менее 10 микрон вызывают проблемы с верхними дыхательными путями. Мелкие частицы диаметром менее 2,5 микрон проникают в легкие и вызывают сердечные приступы, астму, бронхит [12].

Бензапирен, бензол, угарный газ, оксиды азота, сернистый газ, формальдегид и озон имеют различные токсические эффекты, включая канцерогенные и мутагенные свойства. Свинец и его соединения особенно опасны для детей, так как могут нарушать их умственное развитие [13-15].

Свинец и его соединения обладают кумулятивным действием; поражают сердечно-сосудистую и пищеварительную системы [16]; снижа-

ют активность ферментов и нарушают обмен веществ, особенно опасны для детей, так как могут нарушать их умственное развитие [13].

Химический состав воздуха среды помещений определяется составом атмосферного воздуха и загрязнителями помещения: элементами полимерных отделочных и мебельных материалов, продуктами неполного сгорания бытового газа и жизнедеятельности человека и др. Поэтому химическая нагрузка в помещениях выше, чем на открытом воздухе.

Для улучшения качества воздуха необходимо:

- развивать экологически чистый транспорт, включая электромобили;
- внедрять эффективные методы очистки воздуха и пылеулавливатели на электростанциях и в промышленности;
- использовать малоотходные технологии;
- озеленение городов.

Вода

Важное воздействие воды на человека обусловлено тем, что организм состоит на 75% из воды. На уровне клеток вода выполняет две ключевые функции: служит транспортным средством для крови, циркулирующей в клетках, и связующим материалом, объединяющим твердые компоненты клеток. Кроме того, вода участвует в системах нейротрансмиссии в мозге, играет важную роль как растворитель для веществ, а также служит теплоносителем и регулятором температуры [17].

Содержание различных веществ в питьевой воде оказывает значительное воздействие на здоровье человека. Особенно опасными для здоровья являются химические вещества, присутствующие в воде и имеющие высокую токсичность. Эти соединения обладают потенциалом вызывать мутации, раковые заболевания, воздействовать на развитие плода, вызывать аллергические реакции и негативно влиять на репродуктивную систему [17]. Химические вещества, которые стойко существуют в водной среде, являются опасными для здоровья. Сюда относятся тяжелые металлы, такие как свинец, ртуть, хром, кадмий, а также хлорорганические соединения, например, полихлорированные бифенилы, дибензодиоксины и ►►

прочие. В таблице 2 приведена зависимость химических показателей качества воды и заболеваний.

Почва

Почва играет важную роль во внешней среде, определяя состояние здоровья человека. Это ключевое звено на пути попадания веществ в организм человека.

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве [18]: метилбензол – 0,3 мг/кг, бензол – 0,3 мг/кг, марганец – 1500,0 мг/кг, нитраты – 130,0 мг/кг, ртуть – 2,1 мг/кг, свинец (в песчаных и супесчаных почвах – 32,0 мг/кг, в суглинистых и глинистых – 65,0 мг/кг), сера – 160 мг/кг, медь – 3,0 мг/кг, фтор – 2,8 мг/кг (в водорастворимой форме – 10,0 мг/кг), цинк – 23,0 мг/кг и др.

Содержание химических веществ в почве измеряется с использованием атомно-абсорбционных спектрофотометров, лабораторных титраторов и колориметров.

Переизбыток этих веществ в почве может привести к развитию у человека различных мутационных заболеваний, раковых заболеваний, психических и неврологических расстройств, а у детей – к хроническим болезням и задержке в развитии [19, 20].

Загрязнение почвы химическими веществами способствует развитию патогенных микроорганизмов и инфекций. Скопление бактерий в почве может вызвать эпидемии таких заболеваний, как столбняк, ботулизм, гангрена, сибирская язва, кишечная палочка, дизентерия, брюшной тиф, полиомиелит [20].

Помимо этого, загрязненная почва может быть идеальной средой для развития различных видов гельминтов, которые могут негативно влиять на организм человека [20].

Ненормальное состояние почвы также может стать местом обитания грызунов, которые могут быть переносчиками опасных заболеваний, таких как бешенство, чума, туляремия [20].

Для снижения негативного влияния на здоровье человека необходимо внедрять современные системы фильтрации и утилизации отходов. Также важно уменьшить использование химических удобрений, отдав предпочтение органическим удобрениям и природным методам борьбы с вредителями. Для улучшения качества почвы полезно использовать специальные растения для укрепления верхнего слоя почвы и посадить деревья и кустарники с разветвленной корневой системой. Кроме того, для транспорта следует разрабатывать и внедрять альтернативные источники энергии, такие

Таблица 2. Зависимость химических показателей качества воды и заболеваний [17]
Table 2. Dependence of chemical indicators of water quality and diseases [17]

Показатель Indicator	ПДК MPC	Заболевания Diseases
Фтор Fluorine	1,5 мг/л 1.5 mg/l	При концентрации 1,4 – 1,6 мг/л развивается кариес зубов. При концентрации 2 – 8 мг/л возможен флюороз. At a concentration of 1.4 – 1.6 mg/l, dental caries develops. At a concentration of 2-8 mg/l, fluorosis is possible.
Железо Iron	0,3 мг/л 0.3 mg/l	Избыток железа увеличивает риск инфарктов, длительное употребление вызывает заболевание печени. Excess iron increases the risk of heart attacks, prolonged use causes liver disease.
Молибден Molybdenum	0,25 мг/л 0.25 mg/l	При содержании свыше 0,25 мг/л вызывает подагру. At a content above 0.25 mg/l, it causes gout.
Медь Copper	1,0 мг/л 1.0 mg/l	Превышение вызывает болезни печени, гепатит и анемию. Excess causes liver disease, hepatitis and anemia.
Цинк Zinc	5 мг/л 5 mg/l	Првышение угнетает окислительные процессы, вызывает анемию Inflammation inhibits oxidative processes, causes anemia.
Нитраты Nitrates	45 мг/л 45 mg/l	При превышении синтезируются нитрозамины, способствующие образованию злокачественных опухолей. When exceeded, nitrosamines are synthesized, contributing to the formation of malignant tumors.
Стронций Strontium	7 мг/л 7 mg/l	При концентрации свыше вызывает заболевание костей. At concentrations above, it causes bone disease.
Фенол Phenol	0,25 мг/л 0.25 mg/l	Болезни печени, почки, нарушение обмена веществ. Diseases of the liver, kidneys, metabolic disorders.
Радионуклиды Radionuclides	1,0 Бк/кг 1.0 Bq/kg	Вызывают онкологические заболевания. Causes cancer.

как солнечная энергия, вода, ветер, морской прибой и биотопливо, которые основаны на возобновляемых ресурсах.

Радиация

Радиация – это форма излучения, возникающая при распаде радиоактивных частиц и способная ионизировать вещество. Человек ежедневно подвергается воздействию радиации. Ее источники включают в себя естественную, искусственную и техногенную радиацию. Естественная радиация окружает нас повсюду: в почве, воде и воздухе. Мы ежедневно вдыхаем радиоактивные молекулы и употребляем их с пищей и водой. Искусственная радиация, главным образом, связана с медицинскими процедурами и использованием радиофармацевтических препаратов для диагностики и лучевой терапии. Техногенная радиация связана с работой крупных промышленных предприятий, таких как тепловые электростанции (ТЭЦ). Особую опасность представляют крупные аварии и различные нештатные ситуации, которые возникают на атомных электростанциях [21].

Воздействие радиации на организм может быть нейтральным, полезным или вредным в зависимости от типа, дозы и продолжительности облучения. Небольшие дозы радиации обычно не оказывают влияния на здоровье, а высокие дозы могут использоваться для лечения рака или проведения сложных операций на глубоко расположенных тканях (стереотаксическая хирургия) [21]. Однако высокие дозы также могут повредить здоровые ткани. Воздействие радиации зависит от многих факторов, включая тип излучения радиоактивных изотопов, чувствительность тканей, продолжительность облучения и индивидуальные особенности каждого человека. Радиационное излучение принято делить на 3 типа:

- Альфа-излучение представляет собой ядра, которые не могут проникнуть глубже 0,1 мм, что примерно соответствует толщине листа бумаги. Они наиболее опасны, если попадают прямо в организм через продукты или воду, но не способны проникнуть через кожу.
- Бета-излучение представляет собой высокоэнергетические электроны, которые могут проникать на глубину до 2 см. Они менее опас-

ны, чем альфа-частицы, но благодаря большей проникающей способности могут вызывать повреждения верхних слоев кожи и подкожной клетчатки, приводя к серьезным ожогам.

- Гамма-излучение состоит из высокоэнергетических частиц, способных проникать глубоко в ткани. Временно замедлить их можно, используя слой свинца. Они приводят к массовому разрушению клеток и тканей. Этот тип излучения наиболее опасен в случае ядерного взрыва.

Различные клетки организма реагируют по-разному на воздействие радиации. Самыми чувствительными к разрушительному воздействию радиации являются клетки костного мозга и половые клетки, в то время как мышцы и кости наименее чувствительны [21, 22]. Однократная доза радиации приносит больший вред, чем такая же доза, полученная в течение недели или месяца [21].

Радиация оказывает значительное влияние на детей, так как у них клетки делятся энергично, а ионизирующее излучение способствует появлению мутаций. Поэтому даже небольшое и кратковременное воздействие радиации на беременных может крайне негативно сказаться на развитии эмбриона [22].

Для измерения дозы радиации используются различные единицы измерения. В медицине наиболее распространенными являются зиверты (Зв) или миллизиверты (мЗв) – это эффективная эквивалентная доза, полученная всем организмом за определенный период времени (обычно за час). В России безопасной дозой облучения считается 1 мЗв в год, а максимальной – 5 мЗв в год [8, 23].

Высокие уровни радиации (например, свыше 50 мЗв в день) могут привести к непосредственному разрушению клеток, тканей и органов [21]. Самым интенсивным облучением обычно страдают органы, через которые проходят радионуклиды (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. Дозы, поглощенные этими органами, на 1-3 порядка превышают дозы в других органах и тканях [21]. По способности концентрировать радионуклиды основные органы можно упорядочить так: щитовидная железа > печень > скелет > мышцы. Например, щитовидная железа может накопить до 30% всей радиации, ►►

поступившей в организм, в основном радиоизотопы йода [21]. Среди техногенных радионуклидов особого внимания заслуживают изотопы йода. Они характеризуются высокой химической активностью и способностью интенсивно циркулировать в организме, мигрируя по биологическим цепям, включая человека.

Варианты защиты от радиации:

- в первую очередь это время, расстояние и вещество. Чем меньше эти параметры, тем меньше полученная доза;
- между источником и человеком должно быть как можно больше плотного вещества. Именно поэтому часто в качестве защиты от радиации используются материалы из свинца (свинцовые стены, свинцовые листы);
- обеспечивать вентиляцию помещений, в которых может накапливаться радиоактивный радон, чтобы снизить дозу получаемого облучения.
- при постройке жилья следует применять радиационно безвредные стройматериалы.

Скорость движения воздуха

Перемещение воздуха в атмосфере определяется направлением и скоростью движения. Направление ветра определяется стороной, с которой он дует, а скорость измеряется как расстояние, пройденное воздухом за определенное время (м/с). Изменение направления ветра служит индикатором изменения погоды. Важно знать преобладающее направление ветра в конкретном регионе для учета его при планировании застройки, размещении объектов здравоохранения и общественного пользования, чтобы они находились под защитой от загрязнений атмосферы, исходящих от промышленных предприятий.

Для жилых помещений в холодное время года оптимальная скорость воздушного потока составляет 0,15 м/с, а допустимая – 0,2 м/с, в теплые месяцы – 0,2 м/с и 0,3 м/с соответственно [8]. При высокой температуре движение воздуха способствует ощущению прохлады и улучшает тепловое комфортное состояние, тогда как при низких температурах может вызвать дополнительное охлаждение из-за усиления теплоотдачи, поэтому движение воздуха при низких температурах расценивается как неблагоприятный фактор.

Движение воздуха, или ветер, активизирует процессы обмена веществ, поскольку повышается теплопродукция при уменьшении температуры и увеличении скорости воздушного потока. Сильный встречный ветер может затруднить дыхание, так как необходимо преодолеть его сопротивление при выдохе, что нарушает естественный ритм дыхания: вдох становится пассивным, а выдох – активным. При сильном попутном ветре затрудняется вдох, так как создается зона низкого давления перед лицом человека. Воздействие ветра на движение и физическую активность может привести к повышению энергозатрат и ухудшению координации движений, что следует учитывать при выполнении работ или занятиях спортом. Влияние ветра на психологическое состояние человека может быть значительным: термически нейтральный ветер обычно оказывает бодрящий эффект, в то время как сильный и продолжительный ветер может вызвать как возбуждение, так и депрессию, возможно, под воздействием инфразвука [24].

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования собранных данных установлено, что решению проблемы воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения во всех развитых странах придается особое значение. Главная цель при этом – оценить факторы риска и найти способы снижения их негативного влияния на здоровье человека. Мы выбрали ряд факторов, по которым проведен анализ их негативного влияния и предложены способы уменьшения их воздействия на здоровье. Основные итоги приведены в таблице 3.

В научных публикациях содержатся различные прогностические методы оценки риска, однако все они основаны на определенных параметрах. Кроме того для установления количественных значений уровней комплексного анализа необходимо использовать большое количество данных и осуществлять проверки математических зависимостей для установления надежности и логичности выводов. Для этого необходимо использование цифровых технологий.

ВЫВОДЫ

Исследование связи состояния здоровья населения с воздействием различных факторов окружающей среды показывает, что загрязнение окружающей среды оказывает существенное влияние на здоровье населения. На сегодняшний день недостаточно изучено влияние ЭМИ и ЭМП, так как отсутствуют дан-

ные об отдаленных последствиях. Для оценки влияния факторов на здоровье необходимо получение и последующий анализ довольно разнородных и объемных данных, которые характеризуются достаточно сложными взаимосвязями и известной степенью неопределенности. Поэтому для решения этой проблемы необходимы цифровые решения, основанные на сочетании различных методов. //

Таблица 3. Негативное воздействие на здоровье факторов среды помещения и способы его уменьшения
Table 3. The negative impact on the health of indoor environmental factors and ways to reduce it

№	Фактор среды Environmental factor	Референсные значения Reference values	Влияние на здоровье Health effects	Прибор Device	Прибор Device
1	ЭМИ, ЭМП EMR, EMF	0,1 мкВт/м ² 0,1 MW/m ²	<p>Действие электромагнитного поля зависит от напряженности поля, продолжительности действия, частоты колебания волн. Так, с повышением частоты колебания электромагнитных волн влияние электромагнитного поля усиливается, т. е. высокие и сверхвысокие частоты вызывают больший биологический эффект, чем низкие. Электромагнитные волны миллиметрового диапазона почти полностью поглощаются кожей и действуют на ее рецепторы; сантиметровые и дециметровые – почти не поглощаются кожей, а проникают глубже и могут влиять непосредственно на структуры ткани, особенно мозга. Наиболее чувствительными к воздействию ЭМП являются нервная, иммунная, эндокринная и половая системы организма. Биологический эффект ЭМП в условиях многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, таких как дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. У детей, подвергающихся воздействию электромагнитных полей, диагностируются аутизм, невроз и реактивные депрессивные состояния, неврологические и психические расстройства, определяются канцерогенные риски.</p> <p>The effect of the electromagnetic field depends on the field intensity, duration of exposure, and frequency of wave oscillation. As the frequency of electromagnetic wave oscillation increases, the influence of the electromagnetic field intensifies, meaning that high and ultra-high frequencies cause a greater biological effect than low frequencies. Millimeter-range electromagnetic waves are almost completely absorbed by the skin and affect its receptors; centimeter and decimeter waves are hardly absorbed by the skin, penetrate deeper, and can directly affect tissue structures, especially the brain. The most sensitive to the effects of electromagnetic fields are the nervous, immune, endocrine, and reproductive systems of the body. The biological effect of electromagnetic fields accumulates over many years of exposure, leading to the possible development of long-term consequences such as degenerative processes in the central nervous system, blood cancer (leukemia), brain tumors, and hormonal disorders. In children exposed to electromagnetic fields, autism, neurosis, reactive depressive states, neurological and mental disorders are diagnosed, and carcinogenic risks are identified.</p>	Магнитометр Magnetometer	<p>Применение специальных приборов, которые позволяют нейтрализовать данное излучение и максимально минимизировать его негативное воздействие на организм человека. Принцип действия данных приборов основан на наведении противо-ЭДС, которая способствует снижению негативного воздействия на организм человека нежелательных электромагнитных излучений. Максимальное сокращение времени пребывания в зоне действия электромагнитного излучения.</p> <p>Увеличивать расстояние до источника.</p> <p>The use of special devices that make it possible to neutralize this radiation and minimize its negative effects on the human body as much as possible. The principle of operation of these devices is based on the guidance of anti-EMF, which helps to reduce the negative effects of unwanted electromagnetic radiation on the human body. Maximum reduction of the time spent in the area of electromagnetic radiation.</p>
	- ЭМП РЧ 30 кГц-3 МГц 3-30 МГц 30-300 МГц 300 МГц-300 ГГц	25 в/м 10 в/м 3 в/м 10 мквт/см ²	<p>Воздействует на репродуктивную функцию и нервную систему, в особенности на развивающийся мозг у детей.</p> <p>Affects the reproductive function and the nervous system, especially the developing brain in children.</p>	бытовые измерители электромагнитных полей – ВЕ-метры household electromagnetic field meters - EMF meters	контроль за исправностью приборов, экранирование жилья, направленность антенн device functionality check, housing shielding, antenna directionality
	- ЭМП 50 Гц	напряженность электрического поля – 0,5 кВ/м, индукция (А/м) - 5,0(4,0) мкТл electric field intensity - 0.5 kV/m, induction (A/m) - 5.0(4.0) μT	<p>Наиболее чувствительными к воздействию ЭМП являются нервная, иммунная, эндокринная и половая системы организма. Биологический эффект ЭМП в условиях многолетнего воздействия накапливается.</p> <p>The most sensitive to the effects of EMF are the nervous, immune, endocrine, and reproductive systems of the body. The biological effect of EMF accumulates under long-term exposure conditions.</p>	бытовые измерители электромагнитных полей – ВЕ-метры household electromagnetic field meters - EMF meters	контроль за исправностью приборов, экранирование жилья device functionality check, housing shielding

№	Фактор среды Environmental factor	Референсные значения Reference values	Влияние на здоровье Health effects	Прибор Device	Прибор Device
2	Скорость движения воздуха Air velocity	В холодный период: не более 0,1 – 0,3, а на рабочих местах не более 0,1– 0,5 В теплый период: не более 0, – 0,4, а на рабочих местах 0, 1- 0,6 (диапазон зависит от категории работ) In the cold period: no more than 0.1 - 0.3, and in the workplace no more than 0.1 – 0.5 During the warm period: no more than 0.1 - 0.4, and at workplaces 0.1- 0.6 (the range depends on the category of work)	Движение воздуха (ветер) усиливает процессы обмена веществ: теплопродукция повышается по мере понижения температуры и увеличения скорости движения воздуха. Сильный встречный ветер может препятствовать дыханию. Сильный попутный ветер затрудняет вдох, создавая зону разрежения перед лицом человека. Ветер своим давлением может механически препятствовать передвижению и выполнению физической работы, вызывая в связи с этим повышение энергозатрат и ухудшение координации движений, что необходимо учитывать при определенных работах и в спорте. Влияние ветра на нервно-психическую сферу человека может быть весьма значительным. Известно, что термически нейтральный ветер оказывает бодрящий эффект. Сильный длительный ветер способен вызвать как психическое возбуждение, так и депрессивное состояние, возможно, под влиянием инфразвука. Air movement (wind) enhances metabolic processes: heat production increases as the temperature decreases and the air movement speed increases. Strong headwind can hinder breathing, as in this case, the exhaled air needs to be given a speed exceeding the wind speed, disrupting the normal breathing process: inhalation becomes passive, and exhalation becomes active. Strong tailwind hinders inhalation, creating a zone of rarefaction in front of a person's face. Wind, with its pressure, can mechanically hinder movement and physical work, causing an increase in energy expenditure and deterioration of movement coordination, which needs to be taken into account in certain types of work and in sports. The influence of wind on the human nervous-psyche sphere can be quite significant. It is known that thermally neutral wind has an invigorating effect. Strong prolonged wind can cause both mental excitement and depressive states, possibly under the influence of infrasound.	Для определения малых скоростей движения воздуха в помещениях (до 1–2 м/с) применяют кататермометры, а для больших скоростей (до 50 м/с) – анемометры To measure low air movement speeds in indoor spaces (up to 1-2 m/s), thermometers are used, and for higher speeds (up to 50 m/s) - anemometers.	1. Научное обоснование гигиенических нормативов 2. Приведение микроклимата до оптимальных гигиенических требований. К этим мерам принадлежат отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, солнцезащитные меры. 3. Подбор одежды, закаливание, рациональный режим труда и отдыха, питание и питьевой режим 4. Медико-профилактические мероприятия. 1. Scientific justification of hygienic standards 2. Bringing the microclimate to optimal hygienic requirements. These measures include heating, ventilation, air conditioning, and sun protection measures. 3. Selection of clothes, hardening, rational work and rest regime, nutrition and drinking regime 4. Medical and preventive measures.
3	Наружный атмосферный воздух Вещества: Outdoor atmospheric air Substances:	ПДК по каждому веществу Среднесуточные/среднегодовые мг/м ³ Maximum allowable concentration (MAC) for each substance Daily average/annual average mg/m ³	Фактор риска заболеваний верхних дыхательных путей и легких, системы кровообращения, кожных покровов, эндокринной и иммунной систем Risk factor for diseases of the upper respiratory tract and lungs, circulatory system, skin, endocrine and immune systems.	Лабораторные пробы Laboratory samples	Развитие экологически чистого транспорта; комплексная переработка производственных и бытовых отходов; очистные сооружения; озеленение городов. Development of environmentally friendly transport; Comprehensive recycling of industrial and domestic waste; wastewater treatment facilities; greening of cities.
	Бенз/а/пирен Benz/a/pyrene	0,000001 / 0,000001 ⁶	Канцерогенное, мутагенное, эмбриотоксическое, гематотоксическое действие. Carcinogenic, mutagenic, embryotoxic, and hematotoxic effects.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- бензол - Benzene	0,06 / 0,005 ⁶	Может вызвать лейкемию It may cause leukemia.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- гексан - Hexane	7,0 / 0,7	Вызывает тяжелые поражения нервной системы It causes severe damage to the nervous system.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- свинец - Lead		Снижают активность ферментов и нарушают обмен веществ. Обладают кумулятивным действием. Особенно опасен для детей до шести лет, нарушая умственное развитие, замедляя рост, ухудшая слух и речь ребенка They reduce enzyme activity and disrupt metabolism. They have a cumulative effect. Particularly dangerous for children under six years old, impairing mental development, slowing growth, and worsening a child's hearing and speech.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
- диоксид серы - Sulfur dioxide	0,05 / -	При остром отравлении может развиваться отек легких; при хроническом отравлении появляются головные боли, бессонница, раздражение слизистых оболочек. In cases of acute poisoning, pulmonary edema may develop; with chronic poisoning, headaches, insomnia, and irritation of the mucous membranes appear.	Лабораторные пробы Laboratory samples		

№	Фактор среды Environmental factor	Референсные значения Reference values	Влияние на здоровье Health effects	Прибор Device	Прибор Device
	- диоксид азота - Nitrogen dioxide	0,1 / 0,04	При остром отравлении может развиваться отек легких; при хроническом отравлении появляются головные боли, бессонница, раздражение слизистых оболочек. In cases of acute poisoning, pulmonary edema may develop; with chronic poisoning, headaches, insomnia, and irritation of the mucous membranes appear.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- углерода оксид - Carbon monoxide	3,0 / 3,0	Токсичное действие основано на том, что этот газ активно соединяется с гемоглобином крови, образуя нестойкое соединение карбоксигемоглобин. В этом случае организм человека испытывает острый недостаток кислорода. Степень тяжести отравления оксидом углерода в основном зависит от концентрации его во вдыхаемом воздухе. Продолжительное вдыхание оксида углерода может оказаться смертельным для человека. The toxic effect is based on the fact that this gas actively combines with blood hemoglobin, forming an unstable compound called carboxyhemoglobin. In this case, the human body experiences an acute shortage of oxygen. The severity of carbon monoxide poisoning largely depends on its concentration in the The toxic effect is based on the fact that this gas actively combines with blood hemoglobin, forming an unstable compound carboxyhemoglobin. In this case, the human body experiences an acute lack of oxygen. The severity of carbon monoxide poisoning mainly depends on the concentration of it in the inhaled air. Prolonged inhalation of carbon monoxide can be fatal to humans.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- формальдегид - Formaldehyde	0,01 / 0,003 ⁶	Оказывает выраженное токсическое действие на организм, раздражает слизистые оболочки глаз, горла, дыхательных путей, вызывает головную боль и тошноту. У него выявлено наличие канцерогенных свойств. It has a pronounced toxic effect on the body, irritates the mucous membranes of the eyes, throat, respiratory tract, causes headache and nausea. Carcinogenic properties have been identified in it.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- озон O ₃ (трехатомный кислород) - Ozone O ₃ (trioxygen)	0,1 / 0,03	Общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное, генотоксическое действие. General toxic, irritant, carcinogenic, mutagenic, genotoxic effects.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	Питьевая вода Вещества: Drinking water Substances:	ПДК по каждому веществу MAC for each substance			Улучшение очистки воды и стоков. Improvement of water and wastewater treatment.
	- фтор - fluorine	1,5 мг/л (mg/l)	При концентрации 2-8 мг/л возможно заболевание флюорозом. При концентрации 1,4-1,6 мг/л развивается кариес зубов. At a concentration of 2-8 mg/l, fluoride-related diseases are possible. At concentrations of 1.4-1.6 mg/l, dental caries develops.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- железо - iron	0,3 мг/л (mg/l)	Избыток железа увеличивает риск инфарктов, длительное употребление вызывает заболевание печени. Excess iron increases the risk of heart attacks, long-term use causes liver disease.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- молибден - molybdenum	0,25 мг/л(mg/l)	При содержании свыше 0,25 мг/л вызывает подагру. Above 0.25 mg/l causes gout.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- медь - copper	1 мг/л(mg/l)	Превышение вызывает заболевание печени, гепатит и анемию. Exceeding the limit causes liver disease, hepatitis, and anemia.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
3	- цинк - zinc	5 мг/л(mg/l)	Превышение угнетает окислительные процессы в организме, вызывает анемию. Excess depresses oxidative processes in the body, causes anemia.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- нитраты - nitrates	45 мг/л (mg/l)	При превышении в организме человека синтезируются нитрозамины, способствующие образованию злокачественных опухолей. If exceeded, nitrosamines are synthesized in the human body, contributing to the formation of malignant tumors.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- стронций - strontium	7 мг/л (mg/l)	Превышение вызывает заболевание костей. Excess causes bone disease.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- фенол - phenol	0,25 мг/л(mg/l)	Превышение вызывает заболевание печени, почек, вызывает нарушение обмена веществ. Excess causes liver, kidney disease, causes metabolic disorders.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- радионуклиды - radionuclides	1,0 Бк/кг (Bq/kg)	Вызывают онкологические заболевания. Causes cancer.	Лабораторные пробы Laboratory samples	

№	Фактор среды Environmental factor	Референсные значения Reference values	Влияние на здоровье Health effects	Прибор Device	Прибор Device
5	Почва: Soil:	<p>Метилбензол - 0,3 мг/кг, бензола - 0,3 мг/кг, марганец - 1500,0 мг/кг, нитраты 130,0 мг/кг, ртуть - 2,1 мг/кг, свинец (в песчаных и супесчаных почвах - 32,0 мг/кг, в суглинистых и глинистых - 65,0 мг/кг), сера - 160 мг/кг, медь - 3,0 мг/кг, фтор - 2,8 мг/кг (в водорастворимой форме - 10,0 мг/кг), цинк - 23,0 мг/кг</p> <p>methylbenzene - 0.3 mg/kg, benzene - 0.3 mg/kg, manganese - 1500.0 mg/kg, nitrates 130.0 mg/kg, mercury - 2.1 mg/kg, lead (in sandy and sandy loam soils - 32.0 mg/kg, in loamy and clayey soils - 65.0 mg/kg), sulfur - 160 mg/kg, copper - 3.0 mg/kg, fluorine - 2.8 mg/kg (in water-soluble form - 10.0 mg/kg), zinc - 23.0 mg/kg.</p>	<p>Чрезмерное скопление в почве химических веществ приводит к развитию в человеческом организме многих мутирующих заболеваний, онкологических болезней, психических и неврологических расстройств, у детей - хронических недугов и отставание в развитии.</p> <p>Также это приводит к развитию в грунте патологических возбудителей грибов и инфекций. Скопление бактерий в почве в свою очередь приводит к эпидемическим вспышкам среди населения таких заболеваний, как столбняк, ботулизм, гангрена, сибирская язва, кишечная палочка, дизентерия, брюшной тиф, полиомиелит.</p> <p>Загрязненная химическими веществами почва может стать пригодной средой для развития в ней гельминтов различных видов и характера воздействия на организм человека.</p> <p>Нездоровая почва становится местом для размножения грызунов, которые в свою очередь являются переносчиками различных смертельно опасных заболеваний (бешенство, чума, туляремия).</p> <p>Excessive accumulation of chemical substances in the soil leads to the development of many mutant diseases, cancer, mental and neurological disorders in the human body, in children - chronic diseases and developmental lag.</p> <p>It also leads to the development of pathological pathogens of fungi and infections in the soil. The accumulation of bacteria in the soil in turn leads to epidemic outbreaks among the population of such diseases as tetanus, botulism, gangrene, anthrax, E. coli, dysentery, typhoid, poliomyelitis.</p> <p>Soil contaminated with chemical substances can become a suitable environment for the development of helminths of different species and the nature of the impact on the human body.</p> <p>Unhealthy soil becomes a breeding ground for rodents, which in turn are carriers of various deadly diseases (rabies, plague, tularemia).</p>	Атомно-абсорбционный спектрофотометр, лабораторный титратор, колориметр Atomic absorption spectrophotometer, laboratory titrator, colorimeter	<p>Чтобы уменьшить негативное воздействие на здоровье человека необходимо: применять современные системы фильтрации и улавливания отходов; снижать количество химических удобрений, применять органические натуральные удобрения и природные методы борьбы с вредителями, закреплять верхний слой почвы специальными растениями, высаживать деревья и кусты с разветвленной корневой системой; для транспорта, работающего на бензине разрабатывать и продвигать альтернативные источники, которые позволяют получать энергию из возобновляемых ресурсов: солнечного света, воды, ветра, морского прибоя и биотоплива и др.</p> <p>Контроль выбросов загрязнений, переработка бытовых отходов</p> <p>In order to reduce the negative impact on human health it is necessary to: apply modern filtration and waste capture systems; reduce the amount of chemical fertilizers, use organic natural fertilizers and natural methods of pest control, fix the topsoil with special plants, plant trees and bushes with branched root systems; for gasoline-powered vehicles develop and promote alternative sources that allow obtaining energy from renewable resources: solar energy water, wind, sea surf and biofuels, etc.</p> <p>Pollution emission control, household waste recycling</p>
	Бенз/а/пирен Benz/a/pyrene	0,02 /	<p>Канцерогенное, мутагенное, эмбриотоксическое, гематотоксическое действие.</p> <p>Carcinogenic, mutagenic, embryotoxic, hematotoxic effects.</p>	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- бензол - Benzene	0,3 /	<p>Может вызвать лейкемию.</p> <p>Can cause leukemia.</p>	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- медь (нейтральные) - copper (neutral)	/ 132,0	<p>Накапливаясь в организме, образует депо преимущественно в печени. Основные признаки интоксикации: тошнота, рвота. Влияет на нервную систему и вызывает бессонницу, снижение памяти, нервные состояния, депрессию и тревожные симптомы.</p> <p>Accumulating in the body, it forms a depot mainly in the liver. Main signs of intoxication: nausea, vomiting. Affects the nervous system and causes insomnia, memory loss, nervousness, depression and anxiety symptoms.</p>	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- мышьяк нейтральные) - arsenic neutral	/ 10,0	<p>Высокотоксичное вещество, является причиной возникновения анемии, расстройства сердечно-сосудистой системы, периферической невропатии.</p> <p>Highly toxic substance, causes anemia, cardiovascular disorders, peripheral neuropathy.</p>	Лабораторные пробы Laboratory samples	

№	Фактор среды Environmental factor	Референсные значения Reference values	Влияние на здоровье Health effects	Прибор Device	Прибор Device
	- свинец (нейтральные) - lead (neutral)	/ 130,0	Попадая в организм, через несколько минут проникает в клетки крови и быстро связывается с эритроцитами, нарушает синтез гемоглобина, вызывает анемию. Имеет способность длительное время бессимптомно накапливаться в организме человека (в костях, печени и почках). Once in the body, in a few minutes penetrates into blood cells and quickly binds to red blood cells, disrupts the synthesis of hemoglobin, causing anemia. It has the ability to accumulate asymptotically in the human body (in bones, liver and kidneys) for a long period of time.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- ртуть - mercury	2,1 /	Оказывает влияние на центральную и периферическую нервную системы, пищеварительную и иммунную системы, легкие и почки. В организме ртуть быстро попадает в эритроциты, печень и почки, оседает в мозге, вызывая серьезные необратимые кумулятивные нарушения центральной нервной системы. It affects the central and peripheral nervous systems, digestive and immune systems, lungs and kidneys. In the body, mercury rapidly enters red blood cells, liver and kidneys, and settles in the brain, causing serious irreversible cumulative central nervous system disorders.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
	- цинк (нейтральные) - zinc (neutral)	/ 220,0	Избыточное поступление цинка в организм человека сопровождается падением содержания кальция в крови и костях, а также нарушением усвоения фосфора, что приводит к развитию остеопороза. Excessive intake of zinc in the human body is accompanied by a drop in the content of calcium in the blood and bones, as well as impaired absorption of phosphorus, which leads to the development of osteoporosis.	Лабораторные пробы Laboratory samples	
6	Радикация Radiation	от 0,05 до 0,2 мкЗв/ч, в зависимости от местности и высоты над уровнем моря. from 0.05 to 0.2 mSv/h, depending on the terrain and altitude above sea level.	Малые дозы радиации, с которыми мы ежедневно сталкиваемся, обычно не оказывают влияния на наше здоровье, а высокие дозы могут использоваться для лечения онкологических заболеваний (лучевая терапия) или проведения сложных операций на глубоко расположенных тканях (стереотаксическая хирургия). Однако высокие дозы радиации могут нанести вред здоровым тканям. Влияние ионизирующего излучения на организм зависит от различных факторов, таких как тип излучения и радиоактивных изотопов, чувствительность тканей, продолжительность облучения и индивидуальные особенности каждого человека. Превышение постоянного уровня над 1,2 мкЗв/ч создаёт серьёзную угрозу для здоровья человека. The low doses of radiation we encounter on a daily basis do not usually affect our health, and high doses can be used to treat cancer (radiation therapy) or to perform complex operations on deep tissues (stereotactic surgery). However, high doses of radiation can harm healthy tissue. The effects of ionizing radiation on the body depend on various factors such as the type of radiation and radioactive isotopes, tissue sensitivity, duration of exposure and the individual characteristics of each person. Exceeding a constant level above 1.2 mSv/h poses a serious threat to human health.	Дозиметр радиации Radiation dosimeter	1. Деактивация и удаление источников радиации. 2. Защита и экранирование. 3. Регулирование и контроль. 4. Образование и информирование. 1. Deactivation and removal of radiation sources. 2. Protection and shielding. 3. Regulation and control. 4. Education and information.

ЛИТЕРАТУРА

- Лифанова Р.З., Орлова В.С., Цетлин В.В. Влияние электромагнитного излучения радиодиапазона на организм в целом и структурные единицы. *Гигиена и санитария* 2021;100(2):123-8. [Lifanova R.Z., Orlova V.S., Tsetlin V.V. The influence of electromagnetic radiation of the radio range on the body as a whole and structural units. *Gigiyena i sanitariya = Hygiene and Sanitation* 2021;100(2):123-8. (In Russian)].
- National Toxicology Program NTP Technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd: Sprague-dawley sd rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP TR 2018. [Electronic resource]. URL: https://ntp.niehs.nih.gov/sites/default/files/ntp/htdocs/lt_rpts/tr595_508.pdf.
- National Toxicology Program NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1800 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP TR 2018. [Electronic resource]. URL: https://ntp.niehs.nih.gov/sites/default/files/ntp/htdocs/lt_rpts/tr596_508.pdf.
- Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Калинина Н.В., Банин И.М. Гигиенические аспекты электромагнитного загрязнения современного жилища. *Гигиена и санитария* 2016;95(4):329-35. [Gubernsky Yu.D., Goshin M.E., Kalinina N.V., Banin I.M. Hygienic aspects of electromagnetic pollution in modern homes. *Gigiyena i sanitariya = Hygiene and Sanitation* 2016;95(4):329-35. (In Russian)]. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-4-329-335>.
- Попова Т.В. Безопасность внутрижилищной среды для здоровья человека. *Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования* 2020;4:68-74. [Popova T.V. Safety of the indoor environment for human health. *Meditsina. Sotsiologiya. Filosofiya. Prikladnyye issledovaniya = Medicine. Sociology. Philosophy. Applied Research* 2020;4:68-74. (In Russian)].
- Рахимбеков М.С. Влияние электромагнитных излучений на человека. *Гигиена труда и медицинская экология* 2017;56(3):3-11. [Rakhimbekov M.S. The influence of electromagnetic radiation on humans. *Gigiyena truda i meditsinskaya ekologiya = Occupational Hygiene and Medical Ecology* 2017;56(3):3-11. (In Russian)].
- ГОСТ Р 54148-2010. Воздействие на человека электромагнитных полей от бытовых аналогичных электрических приборов. Методы оценки и измерений. Федеральное агентство по техническому регулированию [Электронный ресурс]. [GOST R 54148-2010. Human exposure to electromagnetic fields from household similar electrical appliances. Assessment and measurement method. Federal Agency for Technical Regulation [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/50316/>.
- СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс]. [SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году». [Электронный ресурс]. [The State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population of the Russian Federation in 2022». [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: <https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php>.
- Загрязнение атмосферного воздуха. Всемирная организация здравоохранения 2022. [Электронный ресурс]. [Air pollution. World Health Organization 2022. [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Канина А.Р. Влияние загрязненного воздуха на здоровье человека. *The Scientific Heritage* 2021;78(2):15-6. [Kanina A.R. The impact of air pollution on human health. *The Scientific Heritage* 2021;78(2):15-6. (In Russian)]. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-78-2-15-16>.
- Exposure to polluted air for your health. [Electronic resource]. URL: <https://www.edf.org/health/health-impacts-air-pollution>.
- Шелепова В.С., Звягинцева А.В. Бензапирен - химико-биологическая проблемы современности. *Пожарная безопасность: проблемы и перспективы* 2017;8(1):477-80. [Shelepova V.S., Zvyagintseva A.V. Benzopyrene - chemical and biological problems of our time. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy = Fire Safety: Problems and Prospects* 2017;8(1):477-80. (In Russian)].
- Макоско А.А., Матешева А.В. Загрязнение атмосферы и качество жизни насе-

ЛИТЕРАТУРА

- ления в XXI веке: угрозы и перспективы. *Российская академия наук* 2020;258. [Makosko A.A., Matesheva A.V. Atmospheric pollution and the quality of life of the population in the 21st century: threats and prospects. *Rossiyskaya akademiya nauk = Russian Academy of Sciences* 2020;258. (In Russian)].
15. Уланова Т.С., Лужецкий К.П., Карнажицкая Т.Д., Старчицова М.О., Пустобаева М.С. Исследование аэрогенного воздействия формальдегида на здоровье детского населения. *Гигиена и санитария* 2022;101(2):194-200. Ulanova T.S., Luzhetsky K.P., Karnazhitskaya T.D., Starchikova M.O., Pustobaeva M.S. Study of the aerogenic effects of formaldehyde on the health of children. *Gigiyena i sanitariya = Hygiene and Sanitation* 2022;101(2):194-200. (In Russian)].
16. Кошкина В.С., Котляр Н.Н., Котельникова Л.В., Долгушина Н.А. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений. *Медицинские новости* 2013;220(1):20-5. [Koshkina V.S., Kotlyar N.N., Kotelnikova L.V., Dolgushina N.A. Clinical and toxicological characteristics of lead and its compounds. *Meditsinskiye novosti = Med News* 2013;220(1):20-5. (In Russian)].
17. Коновалова О.Е., Коновалов А.В., Истомина Т.В. «Анализ химических показателей качества воды и их влияния на здоровье человека. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс 2016;29(1):120-5. [Konovalova O.E., Konovalov A.V., Istomina T.V. "Analysis of chemical indicators of water quality and their impact on human health. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus = XXI century: results of the past and problems of the present plus* 2016;29(1):120-5 (In Russian)].
18. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. [Электронный ресурс]. [Hygienic standards GN 2.1.7.2041-06. Soil, cleaning of populated areas, production and consumption waste, soil sanitary protection. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in soil. [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: https://sudact.ru/law/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rt-ot_66/2.1.7/ii/.
19. Таранцева К.Р., Фирсова Н.В. Влияние продуктов коррозии на токсичность промышленных стоков. *Физикохимия поверхности и защита материалов* 2006;42(2):204-9. [Tarantseva K.R., Firsova N.V. The influence of corrosion products on the toxicity of industrial wastewater. *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov = Surface Physicochemistry and Materials Protection* 2006;42(2):204-9. (In Russian)].
20. Кукин П.П., Пономарев Н.Л., Таранцева К.Р. Основы токсикологии. Москва: Высшая школа 2008. [Kukin P.P., Ponomarev N.L., Tarantseva K.R. Basics of toxicology. *Moscow: Higher School* 2008. (In Russian)].
21. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. *ИнформАтом* 2003;165. [Buldaikov L.A., Kalistratova V.S. Radioactive radiation and health. *InformAtom* 2003;165. (In Russian)].
22. Дьяковская А.В., Телекова Л.П. Влияние радиации на человека и окружающую среду. *Наука, образование и культура* 2018;31(7):5-7. [Diyakovskaya A.V., Telekova L.P. The influence of radiation on humans and the environment. *Science, Education and Culture* 2018;31(7):5-7. (In Russian)].
23. СанПиН 2.6.1.2800-10. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения. [Электронный ресурс]. [SanPIN 2.6.1.2800-10. Hygienic requirements for limiting exposure of the population due to sources of ionizing radiation. [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110006/?ysclid=lt05l2akj5509013620
24. Мануева Р.С. Гигиеническая оценка микроклимата: учебное пособие. ИГМУ 2020;68. [Manueva R.S. Hygienic assessment of microclimate: textbook. ISMU 2020;68. (In Russian)].
25. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Анализ риска здоровью* 2015;10(2):4-11. [Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Modern problems of risk assessment of the impact of environmental factors on public health and ways to improve it. *Health Risk Analysis* 2015;10(2):4-11. (In Russian)].

Сведения об авторах:

Шадеркин И.А. – к.м.н., заведующий лабораторией электронного здравоохранения Института цифровой медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет); Москва, Россия; RINЦ Author ID 695560, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Дьяченко А.П. – студентка Волгоградского государственного медицинского университета; Волгоград, Россия

Чулюкова Е.А. – студентка Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Москва, Россия

Пшеничный Т.В. – студент Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Москва, Россия

Ковека Л.В. – студентка Южно-Уральского государственного медицинского университета; Челябинск, Россия

Храмцова В.Е. – студентка Южно-Уральского государственного медицинского университета; Челябинск, Россия

Гугнявых Н.С. – студент Санкт-Петербургского государственного университета; Санкт-Петербург, Россия

Кузьмина А.И. – студентка Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины; Санкт-Петербург, Россия

Вклад авторов:

Шадеркин И.А. – дизайн исследования, определение научного интереса, 20%

Дьяченко А.П. – написание текста, литературный обзор, 17%

Чулюкова Е.А. – написание текста, 14%

Пшеничный Т.В. – литературный обзор, 11%

Ковека Л.В. – литературный обзор, 11%

Храмцова В.Е. – литературный обзор, 11%

Гугнявых Н.С. – написание текста, 8%

Кузьмина А.И. – написание текста, 8%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 11.01.24

Результат рецензирования: 17.02.24

Принята к публикации: 27.02.24

Information about authors:

Shaderkin I.A. – PhD, Head of the Laboratory of Electronic Health, Institute of Digital Medicine, Sechenov University; Moscow, Russia; info@uroweb.ru, RCSI Author ID 695560; <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Dyachenko A.P. – student of Volgograd State Medical University; Volgograd, Russia

Chulyukova E.A. – student of Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia

Pshenichny T.V. – student of Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia

Koveka L.V. – student of the South Ural State Medical University; Chelyabinsk, Russia

Khramtsova V.E. – student of the South Ural State Medical University; Chelyabinsk, Russia

Gugnyavykh N.S. – student of St. Petersburg State University; St. Petersburg, Russia

Kuzmina A.I. – student of St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; St. Petersburg, Russia

Authors Contribution:

Shaderkin I.A. – research design, determination of scientific interest, 20%

Dyachenko A.P. – text writing, literature review, 17%

Chulyukova E.A. – text writing, 14%

Pshenichny T.V. – literature review, 11%

Koveka L.V. – literature review, 11%

Khramtsova V.E. – literature review, 11%

Gugnyavykh N.S. – text writing, 8%

Kuzmina A.I. – text writing, 8%

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

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 11.01.24

Review result: 17.02.24

Accepted for publication: 27.02.24