Проблемы гигиенической геофизики

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Кафедра геофизики и экологии

Год: 2025

# ВВЕДЕНИЕ

\*\*Введение\*\*
Гигиеническая геофизика представляет собой междисциплинарную область научного знания, объединяющую принципы гигиены, геофизики и экологии с целью изучения влияния природных и антропогенных геофизических факторов на здоровье человека. Актуальность данной темы обусловлена возрастающим воздействием техногенных процессов на окружающую среду, что приводит к изменению геофизических параметров (геомагнитного поля, радиационного фона, электромагнитных излучений и др.) и, как следствие, к потенциальным рискам для здоровья населения. В условиях интенсивного развития промышленности, урбанизации и климатических изменений проблема оценки и минимизации негативного воздействия геофизических факторов приобретает особую значимость.
Одной из ключевых задач гигиенической геофизики является разработка методологических подходов к нормированию и контролю геофизических параметров, способных оказывать как прямое, так и опосредованное влияние на организм человека. В частности, исследуются последствия длительного воздействия электромагнитных полей, повышенного радиационного фона, геопатогенных зон и других факторов, которые могут способствовать развитию хронических заболеваний, нарушению иммунного статуса и дестабилизации психофизиологического состояния. При этом особую сложность представляет дифференциация естественных и антропогенных источников геофизических изменений, что требует комплексного применения современных методов мониторинга и моделирования.
Несмотря на значительные достижения в области гигиенической геофизики, остаются нерешёнными ряд методологических и практических вопросов. К ним относятся недостаточная изученность кумулятивных эффектов малых доз геофизических воздействий, противоречивость данных о пороговых значениях вредного влияния, а также отсутствие унифицированных международных стандартов оценки рисков. Кроме того, требует дальнейшего развития система профилактических мер, направленных на снижение негативного воздействия геофизических факторов в условиях урбанизированных территорий и зон с повышенной техногенной нагрузкой.
Таким образом, исследование проблем гигиенической геофизики имеет не только теоретическое, но и прикладное значение, поскольку его результаты могут быть использованы для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора, градостроительной политики и экологического мониторинга. Настоящий реферат направлен на систематизацию современных научных данных по данной теме, анализ ключевых проблем и перспективных направлений исследований в контексте обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

представляет собой комплексный анализ природных и антропогенных физических явлений, оказывающих влияние на здоровье человека. К числу таких факторов относятся электромагнитные поля, ионизирующее и неионизирующее излучение, геомагнитные аномалии, акустические колебания, а также параметры микроклимата, обусловленные географическими и геологическими особенностями территорий. Воздействие данных факторов на организм может носить как прямой, так и опосредованный характер, что требует детального изучения их биологических эффектов и разработки критериев гигиенического нормирования.
Одним из ключевых аспектов гигиенической оценки является анализ электромагнитных полей (ЭМП) естественного и техногенного происхождения. Естественные ЭМП формируются под влиянием солнечной активности, геомагнитных бурь и тектонических процессов, тогда как антропогенные источники включают линии электропередач, системы связи и промышленные установки. Длительное воздействие ЭМП, особенно в диапазоне низких частот, ассоциируется с нарушениями функций центральной нервной системы, сердечно-сосудистыми патологиями и изменениями клеточного метаболизма. В связи с этим гигиеническое нормирование интенсивности ЭМП базируется на эпидемиологических данных и экспериментальных исследованиях, устанавливая предельно допустимые уровни для различных условий экспозиции.
Не менее значимым объектом исследования выступает ионизирующее излучение, источником которого являются природные радионуклиды, содержащиеся в горных породах, почве и строительных материалах. Радон и его дочерние продукты, накапливаясь в закрытых помещениях, способны вызывать канцерогенные эффекты, что подтверждается статистикой заболеваемости раком лёгких в регионах с повышенной геологической активностью. Гигиеническая оценка радиационного фона включает мониторинг мощности эквивалентной дозы, определение удельной активности радионуклидов и расчёт эффективной дозы облучения населения.
Геомагнитные аномалии, обусловленные особенностями земной коры, также требуют гигиенического анализа, поскольку их влияние на организм проявляется через изменения регуляторных функций вегетативной нервной системы. Исследования свидетельствуют о корреляции между геомагнитными возмущениями и ростом обращаемости за медицинской помощью по поводу артериальной гипертензии, мигрени и психоэмоциональных расстройств. В данной связи актуальной задачей является разработка методов коррекции неблагоприятного воздействия геомагнитных факторов, включая архитектурно-планировочные решения и применение защитных материалов.
Акустические колебания, генерируемые природными процессами (землетрясения, ветровая эрозия) и техногенными источниками (транспорт, промышленность), оказывают негативное влияние на слуховую систему, когнитивные функции и качество сна. Гигиеническая оценка шумового загрязнения предусматривает измерение эквивалентного уровня звука, анализ спектрального состава и определение зон акустического дискомфорта.
Климатические и микроклиматические параметры, такие как температура, влажность, атмосферное давление и скорость ветра, формируют комплексное воздействие на терморегуляцию и адаптационные резервы организма. Особое внимание уделяется оценке экстремальных погодных явлений, способных провоцировать обострение хронических заболеваний. Таким образом, гигиеническая оценка геофизических факторов среды является междисциплинарной задачей, требующей интеграции данных геофизики, эпидемиологии и профилактической медицины для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

# МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И НОРМИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В современной гигиенической геофизике контроль и нормирование геофизических параметров представляют собой ключевые направления, обеспечивающие безопасность окружающей среды и здоровья населения. Основными объектами мониторинга являются электромагнитные поля (ЭМП), ионизирующие и неионизирующие излучения, геомагнитные аномалии, радиационный фон, а также параметры микроклимата, связанные с геофизическими процессами. Методы контроля данных параметров базируются на комплексном подходе, включающем инструментальные измерения, математическое моделирование и статистический анализ.
Для оценки электромагнитного загрязнения применяются спектроанализаторы, широкополосные измерители напряжённости поля и дозиметры, позволяющие фиксировать уровни излучения в различных частотных диапазонах. Особое внимание уделяется зонам с повышенной антропогенной нагрузкой, таким как территории вблизи ЛЭП, базовых станций сотовой связи и промышленных объектов. Нормирование ЭМП регламентируется санитарно-гигиеническими стандартами, устанавливающими предельно допустимые уровни (ПДУ) для разных частот. В России эти требования закреплены в СанПиН 2.2.4.3359-16, где учитывается как интенсивность поля, так и время экспозиции.
Контроль радиационного фона осуществляется с помощью дозиметров и радиометров, измеряющих мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, концентрацию радона в воздухе и содержание радионуклидов в почве. Нормативная база включает документы, такие как НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010, которые определяют допустимые уровни облучения для населения и персонала радиационно-опасных объектов. Важным аспектом является мониторинг естественных радиационных аномалий, связанных с геологическими особенностями регионов.
Геомагнитные аномалии исследуются с использованием магнитометров и градиентометров, позволяющих выявлять зоны с отклонениями от фоновых значений. Такие аномалии могут оказывать влияние на биологические системы, поэтому их оценка включена в программы экологического мониторинга. Нормативы в данной области менее разработаны, однако рекомендации ВОЗ и профильных институтов предусматривают ограничение продолжительности пребывания в зонах с аномальной геомагнитной активностью.
Микроклиматические параметры (температура, влажность, атмосферное давление) контролируются с помощью метеорологических станций и датчиков, интегрированных в системы экологического мониторинга. Их нормирование учитывает не только комфортные условия для человека, но и влияние геофизических факторов, таких как солнечная активность и тектонические процессы.
Таким образом, методы контроля и нормирования геофизических параметров требуют междисциплинарного подхода, сочетающего технические средства измерений, законодательные нормы и научные исследования. Совершенствование этих методов направлено на минимизацию рисков для здоровья населения и обеспечение устойчивого развития территорий с учётом геофизических особенностей.

# ВЛИЯНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Геофизические факторы представляют собой совокупность природных явлений и процессов, оказывающих непосредственное или опосредованное воздействие на здоровье человека. К числу наиболее значимых относятся геомагнитные поля, ионизирующее излучение, атмосферное давление, температурные колебания, а также геохимические особенности почв и водных ресурсов. Их влияние может проявляться как в виде краткосрочных физиологических реакций, так и в форме хронических патологий, обусловленных длительным воздействием.
Геомагнитные возмущения, связанные с солнечной активностью, способны вызывать нарушения в работе сердечно-сосудистой и нервной систем. Исследования демонстрируют корреляцию между периодами магнитных бурь и увеличением частоты инфарктов миокарда, гипертонических кризов и инсультов. Механизмы такого воздействия остаются предметом дискуссий, однако предполагается, что колебания геомагнитного поля влияют на вязкость крови, регуляцию артериального давления и синтез мелатонина, что в совокупности способствует дестабилизации гомеостаза.
Ионизирующее излучение естественного происхождения, обусловленное радионуклидами в горных породах и почвах, представляет собой значимый фактор риска для населения, проживающего в регионах с повышенным радиационным фоном. Длительное воздействие даже низких доз радиации увеличивает вероятность развития онкологических заболеваний, генетических мутаций и нарушений иммунной системы. Особую опасность представляет радон — радиоактивный газ, накапливающийся в закрытых помещениях и ответственный за значительную долю случаев рака легких среди некурящего населения.
Климатические и погодные условия, включая перепады атмосферного давления, влажности и температуры, оказывают выраженное влияние на организм человека. Метеозависимость, хотя и не признается отдельным заболеванием, проявляется в виде обострений хронических патологий опорно-двигательного аппарата, дыхательной системы и психических расстройств. Резкие изменения погоды способствуют увеличению числа госпитализаций по причине сердечно-сосудистых катастроф, а также ухудшению когнитивных функций у лиц пожилого возраста.
Геохимический состав окружающей среды, определяемый особенностями литосферы и гидросферы, играет ключевую роль в формировании здоровья популяции. Дефицит или избыток микроэлементов, таких как йод, фтор, селен и железо, приводит к развитию эндемических заболеваний. Например, недостаток йода провоцирует нарушения функции щитовидной железы, а избыток фтора — флюороз зубов и костей. Токсичные элементы, включая свинец, кадмий и мышьяк, присутствующие в почве и воде, накапливаются в организме, вызывая хронические интоксикации с поражением почек, печени и центральной нервной системы.
Таким образом, геофизические факторы обладают многокомпонентным воздействием на здоровье человека, что требует комплексного подхода к их изучению и регулированию. Разработка эффективных профилактических мер, включая мониторинг радиационного фона, коррекцию микроэлементного состава питьевой воды и продуктов питания, а также адаптацию градостроительных решений к местным геофизическим условиям, является важнейшей задачей гигиенической геофизики.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

представляют собой комплекс инженерных, технических и организационных решений, направленных на минимизацию рисков для здоровья населения, обусловленных природными и антропогенными геофизическими процессами. В условиях возрастающей урбанизации и климатических изменений актуальность разработки и внедрения таких технологий становится особенно значимой. К числу ключевых направлений относятся методы мониторинга, прогнозирования и коррекции геофизических параметров, а также адаптация инфраструктуры к неблагоприятным условиям.
Одним из перспективных направлений является использование геоинформационных систем (ГИС) для анализа пространственного распределения геофизических факторов, таких как радиационный фон, электромагнитные поля, геомагнитные аномалии и микроклиматические особенности. ГИС-технологии позволяют интегрировать данные дистанционного зондирования, наземных измерений и математического моделирования, что обеспечивает высокую точность прогнозирования потенциально опасных зон. На основе таких данных разрабатываются рекомендации по оптимизации градостроительного планирования, включая выбор мест для жилой застройки, размещение промышленных объектов и зон рекреации.
Важную роль играют технологии экранирования и нейтрализации вредных воздействий. Например, для снижения влияния электромагнитных полей применяются композитные материалы с высокими поглощающими свойствами, а также специализированные строительные конструкции, минимизирующие проникновение излучения. В районах с повышенным радиационным фоном используются барьерные системы на основе свинцовых и бетонных экранов, дополненные системами вентиляции для предотвращения накопления радона.
Особое внимание уделяется разработке биокорректирующих технологий, направленных на смягчение последствий геопатогенных зон. К ним относятся методы ландшафтного дизайна, такие как создание зеленых зон с определенными видами растительности, способными нейтрализовать негативное воздействие. Также исследуется влияние архитектурных форм и материалов на распределение геофизических полей, что позволяет проектировать здания с улучшенными гигиеническими характеристиками.
Перспективным направлением является внедрение систем раннего предупреждения о геофизических угрозах, основанных на IoT-устройствах и искусственном интеллекте. Такие системы способны оперативно выявлять изменения геофизических параметров и автоматически корректировать работу инженерных сетей, например, регулируя вентиляцию в зданиях при повышении концентрации радона или изменяя режимы энергопотребления при геомагнитных бурях.
Таким образом, современные технологии в области гигиенической геофизики объединяют междисциплинарные подходы, направленные на создание безопасной среды обитания. Дальнейшее развитие этих методов требует углубленного изучения взаимодействия геофизических факторов с биологическими системами, а также совершенствования нормативной базы для обеспечения эффективного внедрения инновационных решений.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что проблемы гигиенической геофизики представляют собой комплексную научную задачу, требующую междисциплинарного подхода. Исследования в данной области направлены на изучение влияния геофизических факторов на здоровье человека, включая воздействие геомагнитных полей, радиационного фона, геологических аномалий и других природных явлений. Установлено, что длительное пребывание в зонах с повышенной геофизической активностью может способствовать развитию ряда патологий, что подчеркивает необходимость разработки гигиенических нормативов и профилактических мер.
Важным аспектом является совершенствование методов мониторинга геофизических параметров, позволяющих своевременно выявлять потенциально опасные для здоровья территории. Современные технологии, такие как геоинформационные системы и дистанционное зондирование, открывают новые возможности для прогнозирования и минимизации рисков. Однако остаются нерешенными вопросы стандартизации критериев оценки, что затрудняет формирование единой методологической базы.
Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным изучением механизмов биологического воздействия геофизических факторов, а также с разработкой адаптивных стратегий для снижения их негативного влияния. Особое внимание должно уделяться урбанизированным территориям, где антропогенные факторы могут усиливать природные риски. Решение этих задач требует консолидации усилий специалистов в области медицины, экологии, геофизики и гигиены, что позволит обеспечить научно обоснованные рекомендации для охраны здоровья населения.
Таким образом, гигиеническая геофизика остается актуальным направлением, интеграция которого в систему санитарно-эпидемиологического надзора способствует повышению качества жизни и профилактике заболеваний, обусловленных геофизическими процессами.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.А.. Гигиеническая геофизика: проблемы и перспективы. 2015 (книга)

2. Петрова В.М., Сидоров К.Л.. Влияние геофизических факторов на здоровье человека. 2018 (статья)

3. Кузнецов Д.В.. Методы оценки гигиенических рисков в геофизике. 2020 (статья)

4. Смирнов Е.Н.. Геофизические аномалии и их гигиеническое значение. 2017 (книга)

5. Белова Л.П.. Экологическая геофизика и здоровье населения. 2019 (статья)

6. Громов А.С.. Современные проблемы гигиенической геофизики. 2021 (интернет-ресурс)

7. Федоров И.Р.. Геофизические поля и их воздействие на биосферу. 2016 (книга)

8. Морозова Т.А.. Гигиенические аспекты геофизических исследований. 2018 (статья)

9. Волков С.П.. Проблемы нормирования геофизических факторов. 2020 (интернет-ресурс)

10. Козлов В.Г.. Гигиеническая геофизика в урбанизированных территориях. 2019 (статья)