

Качество воздуха в средах обитания человека как фактор национальной безопасности Российской Федерации

А. Ю. Мещеряков¹, С. Н. Осипов²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, Россия

² Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные приоритеты качества жизни человека в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Определены экологические факторы, влияющие на качество жизни населения. Систематизированы характеристики состояний качества воздушной среды. Описаны технологии оценки влияния внешних факторов на качество воздуха в средах обитания человека. С позиций системного подхода рассмотрена одна из наиболее важных проблем жизнедеятельности человека – обеспечение безопасности воздушной среды на объектах с искусственной средой обитания человека.

Ключевые слова: системный подход, информационные технологии, стратегия, национальная безопасность, качество жизни, экологические факторы, искусственная среда обитания человека, пандемия, воздух.

DOI 10.14357/20718632200405

Введение

В последние годы исследования в области разработки новых технологий и методов обеспечения качества жизни человека в Российской Федерации приобрели приоритетные фундаментальное и прикладное значения [1]. С позиций системного подхода, качество жизни человека можно рассматривать как системное понятие, которое включает комплекс объективных и субъективных качеств: медицины, экологии, среды обитания, образования, культуры и особенностей управления государством.

Качество жизни человека это комплексная характеристика экологических, медицинских, социальных, экономических, политических, культурных, идеологических факторов и условий существования личности, положения человека в

обществе [2]. Синтетическим индикатором качества жизни человека является - здоровье [3].

В России отсутствуют официальные стандарты качества жизни человека и населения. Качество жизни человека и процессы его обеспечения, по нашему мнению, могут исследоваться посредством: концепции качества жизни; системы управления качеством жизни; механизма управления процессом обеспечения качества жизни человека в определенной среде обитания.

Важнейшим интегральным индикатором качества жизни является среда обитания человека. Большую часть жизни человек проводит в **искусственных средах обитания (ИСО)**, которые обеспечивают жизнедеятельность и выполнение заданных функций. Объект с искусственной средой обитания это изолированный

или частично изолированный от естественной внешней среды обитания объект, имеющий свою воздушную среду. Искусственные среды обитания человека мы рассматриваем как подсистемы некоторой большей системы, которой является внешняя среда, естественная среда обитания человека, основным элементом которой является атмосферный воздух. Жители крупных городов и мегаполисов проводят основную часть жизни в искусственной среде обитания и, как правило, игнорируют один из основных элементов среды обитания – воздушную среду, что приводит к различным заболеваниям, преждевременному старению и смерти. Поэтому важно обеспечить безопасность среды и минимизировать факторы риска негативного влияния этой среды на здоровье человека.

Обеспечение безопасности искусственных сред обитания человека является важной и актуальной междисциплинарной задачей.

Возросший интерес ученых к проблеме обеспечения качества воздушной среды на объектах со средой обитания человека объясняется тревожной экологической ситуацией, в частности изменением параметров воздушной среды – чистоты воздуха, его химического состава и физических свойств. Такие изменения обусловлены различными факторами, имеющими природное, техногенное и антропогенное происхождение [4].

Особую актуальность проблема обеспечения безопасности искусственных сред обитания человека приобретает в период пандемии, поскольку воздух является основным переносчиком различных вирусов.

Сегодня экологические проблемы и в частности проблемы загрязнения воздушной среды стали очевидными не только для общества, но и для каждого человека. Качество воздушной среды в средах обитания человека можно рассматривать как один из основных факторов национальной безопасности Российской Федерации.

1. Национальные приоритеты качества жизни в Стратегии безопасности РФ

В декабре 2016 года на заседании Совета Безопасности РФ Президент Российской Федерации В. Путин обратил особое внимание на «Стратегию национальной безопасности Рос-

сийской Федерации» [5]. Стратегия призвана способствовать улучшению качества жизни людей, развитию национальной экономики, обеспечению обороны страны, государственной и общественной безопасности, укреплению политической стабильности в обществе, повышению международного престижа России.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации содержит определение «национальная безопасность»: состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан Российской Федерации, достойные качество и уровень жизни населения, суверенитет, независимость, государственная и территориальная целостность, устойчивое социально-экономическое развитие России.

Стратегия национальной безопасности РФ, определила на долгосрочную перспективу интересы и стратегические национальные приоритеты, важнейшими из которых являются «повышение качества жизни и укрепление здоровья населения».

В разделах Стратегии национальной безопасности РФ «Повышение качества жизни российских граждан» и «Здравоохранение» рассмотрены цели, угрозы, противодействия угрозам, гарантии, вопросы обеспечения качества жизни и охраны здоровья населения. Однако, в этих разделах, ни слова не говорится о важнейшем факторе, влияющем на здоровье и продолжительность жизни человека, которым является среда обитания человека. Отсутствует определение «качество жизни». Можно полагать, что термин «качество жизни» в этих разделах Стратегии используется бессистемно.

В разделе стратегии национальной безопасности РФ «Экология живых систем и рациональное природопользование» рассмотрены цели и задачи обеспечения экологической безопасности. Выделена основополагающая стратегическая цель экологической безопасности: «**обеспечение качества окружающей среды, необходимого для жизни человека**».

В этом же разделе Стратегии отмечается, что в целях противодействия угрозам в области экологической безопасности органы государст-

венной власти должны принимать меры, направленные на развитие системы государственного экологического контроля и обеспечение соблюдения стандартов в отношении атмосферного воздуха. Важно отметить, что в Стратегии национальной безопасности РФ используется термин «обеспечение экологической безопасности». Однако определение столь важного термина в Стратегии отсутствует.

В апреле 2017 года Указом Президента РФ была утверждена: «Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» - документ стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, определяющий основные вызовы и угрозы экологической безопасности, цели, задачи и механизмы реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности. В этом документе дается определение экологической безопасности Российской Федерации, под которой понимается «состояние защищенности человека, общества и государства от угроз, вызываемых изменениями окружающей среды, обусловленных хозяйственной и иной деятельностью, а также природными явлениями» [6].

Проблемы в области обеспечения качества окружающей среды обостряются в связи с наличием значительного количества экологически опасных производств, нехваткой мощностей по очистке атмосферных выбросов, промышленных и городских сточных вод и твердых отходов. Негативное влияние на качество окружающей среды оказывают загрязнения, вызванные трансграничным переносом токсических веществ, возбудителей инфекционных заболеваний и радиоактивных веществ с территорий других государств. Большую опасность для населения России представляет загрязнение воздушной среды различными вирусами, развитию пандемии, и как следствие - резкое нарушение качества жизни людей и негативное влияние на экономику страны.

Совершенно очевидно, что решение этих задач не возможно без ускоренного развития фундаментальных и прикладных научных исследований в интересах повышения качества жизни и здоровья населения, а также внедрения

их результатов. Кроме того, в целях противодействия угрозам в сферах качества жизни и здоровья населения, необходимо сконцентрировать фундаментальные и прикладные исследования на разработку и внедрение современных информационных технологий в области защиты населения от негативных факторов сред обитания человека.

2. Системный подход в решении проблемы обеспечения качества воздуха на объектах с искусственной средой обитания человека

Любой целевой объект с искусственной средой обитания человека можно рассматривать как сложную систему с множеством элементов, межэлементные связи которых, структура и свойства системы, обеспечивают жизнедеятельность человека на объекте и выполнение им заданных функций. Изменение числа элементов или связей между структурными элементами системы может привести к изменению не только ее структуры, но и свойств системы.

Известно, что системный подход к решению разных проблем позволяет раскрыть характер системных противоречий, выявить сложную взаимосвязь проблем и выработать стратегию решения поставленных задач [7].

Системный подход в решении проблемы управления воздушной средой в условиях объекта с искусственной средой обитания – это, прежде всего системные представления и системная организация исследований, требующие рассмотрения проблемы с различных сторон, участия в исследованиях специалистов различных областей знаний, специальностей и профилей. Это понимание того, что такая система – это не просто объединение своих элементов.

Системный подход к решению этой проблемы базируется на комплексном понимании взаимозависимости всех элементов системы, позволяет выделить приоритеты и оптимизировать основные параметры системы.

При решении этой проблемы нельзя игнорировать роль системного мышления. Цель системного мышления заключается в правильном и целостном восприятии окружающего нас мира,

целостно осмысливать наблюдения и осознавать законы и закономерности материального и нематериального миров, научиться пользоваться этими законами и закономерностями в своей деятельности и, в первую очередь, при создании и управлении сложными системами [8].

Нельзя исключить, что, несмотря на отсутствие в настоящее время количественной меры оценки системного мышления человека, именно системное мышление исследователя может способствовать более эффективному анализу сложных технических проблем и построению принципиально новых систем.

Системный подход позволяет не только комплексно и всесторонне изучить проблему, но также выделить приоритеты, оптимизировать основные параметры системы, наиболее правильно определить основные пути решения этой проблемы.

Герметизированный объект с искусственной средой обитания с позиций системного подхода целесообразно рассматривать не только как самостоятельную систему, но как подсистему некоторой большей системы, которая является внешней, естественная среда обитания человека. Именно поэтому целесообразно исследовать как можно большее число межэлементных связей – не только внутренних, но и внешних – с тем, чтобы наиболее оптимально использовать эти связи.

Использование в практике управления системного подхода позволяет учесть множество факторов самого различного характера, выделить из них те, которые оказывают на систему наибольшее влияние с точки зрения имеющих системных связей и критериев.

Одним из наиболее важных факторов, определяющих безопасность воздуха на объектах с искусственной средой обитания, является состояние атмосферного воздуха. Состояние атмосферного воздуха во многих регионах России можно характеризовать как критическое. Наибольшую опасность для здоровья и продолжительности жизни человека представляет воздух в крупных городах и мегаполисах, в которых загрязнения атмосферного воздуха значительно превышают предельно допустимые концентрации вредных веществ.

Определение понятию объекты с искусственной средой обитания (ИСО) впервые было дано в 2008 году (А.Ю. Мещеряков, С.Н. Осипов, 2008 г.) [9].

Под объектами с искусственной средой обитания понимаются объекты, воздушная среда которых полностью или частично изолирована от естественной внешней воздушной среды, предназначенные для временного, в том числе длительного нахождения человека на объекте с целью выполнения различных функций, как например: работа, отдых, сон, потребление пищи, движение, реабилитация, лечение. Термин «временное нахождение» весьма относителен и может определяться временем нахождения человека на объекте с ИСО (секунды, минуты, часы, дни, месяцы, годы).

Понятия атмосферный воздух природной среды и воздух в искусственных средах обитания не являются однозначными, требуются разные оценки качества воздуха.

Рассматривая воздух как транспортную систему можно полагать, что основным переносчиком различных биологических агентов, взвешенных твердых и аэрозольных частиц малой размерности, газов, тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей и радиоактивных веществ является атмосферный воздух. Процесс характеризуется как трансграничное загрязнение воздуха. Эти загрязнители переносятся на большие расстояния, попадают в искусственные среды обитания, изменяют качество и безопасность воздуха в ИСО, негативно влияют на здоровье человека.

Ранее, нами была предложена системная классификация искусственных сред обитания человека, даны определения понятиям качество и безопасность воздуха ИСО, рассмотрены основные критерии обеспечения качества и безопасности воздуха на объектах с ИСО (А.Ю. Мещеряков, С.Н. Осипов, 2012 г.) [10].

Современные знания по обеспечению качества и безопасности воздуха на объектах с ИСО все еще остаются неполными. Отсутствует описание процессов, проходящих при воздействии негативных факторов внешней среды – атмосферного воздуха на состояние искусственных сред обитания человека.

Проблема обеспечения качества и безопасности воздуха на объектах с ИСО имеет системный характер [11]. При научном подходе к решению этой проблемы представляется полезным акцентировать внимание на роль системного мышления. Известно, что цель системного мышления заключается в правильном и целостном восприятии окружающего нас мира. Использование в научных исследованиях системного подхода позволяет учесть множество факторов самого различного характера, выделить из них те, которые оказывают на изучаемый объект наибольшее влияние с точки зрения имеющихся системных связей и критериев.

Исследования в области качества и безопасности воздушной среды на объектах с ИСО, в рамках настоящей работы, мы проводим с позиций системного подхода и комплексного учета факторов атмосферного воздуха, который является основным источником поступления воздуха на объекты с ИСО.

Использование системного подхода не исключает использование и комплексного подхода, учитывающего технические, экологические, медицинские, социальные и другие аспекты и их взаимосвязи, обеспечивающего комплексное решение проблемы.

3. Атмосферный воздух – основной элемент внешней естественной среды обитания

В процессе жизни человек постоянно дышит воздухом. Воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека. Понятия атмосферный воздух природной среды и воздух на объектах с искусственной средой обитания не являются однозначными.

Действующий в России Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о её состоянии [12]. Закон дает определение атмосферному воздуху. Атмосферный воздух – жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся

за пределами жилых, производственных и иных помещений. Введены понятия: вредное (загрязняющее) вещество, загрязнения атмосферного воздуха, вредное физическое воздействие на атмосферный воздух, предельно допустимый уровень физического воздействия на атмосферный воздух, мониторинг атмосферного воздуха, охрана атмосферного воздуха, гигиенический и экологический нормативы качества атмосферного воздуха, качество атмосферного воздуха и некоторые другие понятия и нормативы.

В последние годы наметилась тенденция загрязнения атмосферного воздуха газами и аэрозолями, что отрицательно сказывается на человеке и окружающей среде. Наличие взвешенных частиц в атмосферном воздухе может изменить климат в индустриальном городе, что косвенно отражается на состоянии объектов окружающей среды и здоровья человека.

На территории Российской Федерации действует Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [13]. Этот закон устанавливает правовые основы охраны окружающей среды. В законе используется понятие: окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Загрязнение воздуха в крупных городах и мегаполисах в настоящее время достигло критического уровня и является основной причиной высокой заболеваемости, низкой продолжительности жизни и деградации природной среды.

За последние годы в Москве сложилась крайне тяжелая экологическая обстановка в части загрязнения атмосферного воздуха. В связи с напряженной экологической обстановкой, сложившейся в Москве и в соответствии с Федеральными законами «Об охране окружающей среды», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «Об охране атмосферного воздуха» Правительство Москвы разрабатывает различные экологические программы и принимает Постановления о мониторинге и защите окружающей среды в городе. Совершенно очевидно, что борьба с загрязнением атмосферного воздуха является важнейшей общегородской задачей и приоритетным направлением экологической программы г. Москвы, поскольку качество воздуха влияет

на здоровье каждого без исключения жителя столицы. Положение с загрязнением атмосферного воздуха в городе Москве следует рассматривать как близкое к критическому состоянию. Организационные, законодательные и технические мероприятия, направленные на снижение поступления загрязняющих веществ должны быть отнесены к числу приоритетных.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в Москве является автомобильный транспорт (87%). По данным ГИБДД в 2019 году в Москве количество зарегистрированных машин 7,2 миллиона автомобилей. Ежедневно по Москве передвигается 3,6 миллиона машин. Ежегодно в Москве становится на 8-10% автомобилей больше. Если посмотреть на статистику по годам, то можно увидеть, что каждый год в Москве регистрируется 350-400 тысяч единиц автотранспорта.

Кроме того, источниками загрязнения атмосферы на территории Москвы являются 31 тысяча промышленных и строительных объектов, 14 теплоэлектростанций и их филиалов (ТЭЦ), 67 районных и квартальных тепловых станций (РТС – 39, КТС – 28), более тысячи мелких отопительных котельных.

В Москве и других крупных городах с развитой инфраструктурой, промышленностью и большим парком автомобилей, необходимо постоянно и в реальном масштабе времени контролировать состояние воздушной среды с целью принятия оперативных решений для устранения негативных последствий и информирования населения.

Без объективной информации о состоянии окружающей среды и тенденциях ее изменения невозможна практическая реализация мер по ее защите.

Принятию своевременных и научно обоснованных решений, направленных на защиту воздушной среды, могут помочь информационные технологии – совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, передачу, вывод и распространение информации.

Одним из подходов к решению этой проблемы, использующий информационные техноло-

гии, является мониторинг воздушной среды населенных пунктов.

4. Воздушная среда гермозамкнутых объектов

Воздух является одним из основных элементов жизнеобеспечения на объектах с искусственной средой обитания человека. Его чистота и определенный химический состав во многом определяют качество и продолжительность жизни человека. Кроме того, воздух должен обладать и некоторыми физическими свойствами – электропроводностью. Электропроводность воздуха обусловлена наличием в нем электроразряженных частиц различной физической и химической природы, которые называются аэроионами. Наличие в воздухе аэроионов является физиологически важным свойством воздуха. Возникновение, эволюция и роль аэроионов в природе достаточно подробно рассмотрены в литературе [14, 15].

Весьма актуальным и важным является разработка методов оценки аэроионного состояния среды обитания гермозамкнутых объектов и способов управления физическими характеристиками воздушной среды. Это объясняется тем, что аэроионы могут оказывать сильное физиологическое действие на организм человека [16].

Социальная значимость исследований в области оптимального управления физическими характеристиками воздуха выражается повышением безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания на различных объектах, обеспечения благоприятных условий его жизнедеятельности и сохранения здоровья.

Как правило, в таких исследованиях определяют плотность заряда аэроионов основных групп подвижностей. В спектре подвижностей аэроионов наиболее четко выделяются участки соответствующие аэроионам двух основных групп подвижностей - легким и тяжелым аэроионам [17]. Аэроионы этих групп могут иметь различную физическую природу, что обуславливает интерес к разделению спектра на эти два участка. Промежуточное положение по подвижности занимают так называемые “средние ионы”. Плотность заряда средних аэроионов по сравнению с легкими и тяжелыми невелика.

Известно, что физиологически благоприятным считается лишь определенный аэроионный режим, при отсутствии которого возможно появление тромбогеморрагического синдрома и некоторых других патологических изменений организма человека [18].

Появление в воздухе аэрозольных загрязнений, приводит к уменьшению концентрации легких аэроионов и увеличению концентрации тяжелых и сверх тяжелых аэроионов, вредных для здоровья человека. Воздух, лишенный отрицательных аэроионов, ведет к быстрому утомлению, головной боли, неврозам, поражению иммунной системы, способствует возникновению и развитию различных хронических заболеваний.

В 1980 году Минздравом СССР были утверждены санитарно-гигиенические нормы, определяющие необходимые границы уровней ионизации воздуха в производственных и общественных помещениях [19]. Эти нормы распространяются только на производственные и общественные помещения, воздушная среда которых подвергается специальной обработке в системах кондиционирования. Нормы устанавливают пять диапазонов спектра подвижностей ионов: легкие, средние, тяжелые, ионы Ланжевена, сверхтяжелые ионы. В качестве регламентируемых показателей ионизации воздуха устанавливается только количество легких ионов: минимально необходимый, оптимальный, максимально допустимый уровни и показатель полярности. Минимально необходимый и максимально допустимый уровни определяют интервал концентраций ионов во вдыхаемом воздухе помещений, отклонение от которого создает угрозу здоровью человека.

В 1996 году Постановлением Госкомсанэпиднадзора России утверждены и введены в действие санитарные правила и нормы (СанПиН), регламентирующие гигиенические требования к дисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [20]. В частности эти нормы устанавливают требования к микроклимату, содержанию отрицательных и положительных аэроионов, вредных химических веществ в воздухе помещений эксплуатации видеодисплеев и компьютеров.

В 2003 году Министерство здравоохранения Российской Федерации на основании Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании утвердило и ввело в действие Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» [21]. Эти Правила действуют с 15 июня 2003 года на всей территории Российской Федерации и устанавливают санитарные требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений, где может иметь место аэроионная недостаточность или избыток аэроионов, включая: гермозамкнутые помещения с искусственной средой обитания; помещения, в которых эксплуатируется оборудование, способное создавать электростатические поля, включая различные виды оргтехники; помещения, оснащенные системами принудительной вентиляции, очистки, кондиционирования воздуха, включая централизованные системы; помещения, в которых эксплуатируются аэроионизаторы и деионизаторы; некоторые другие помещения. Правила устанавливают требования к проведению контроля, способам и средствам нормализации аэроионного состава воздуха. Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются концентрация аэроионов обеих полярностей в одном кубическом сантиметре воздуха ($\text{ион}/\text{см}^3$) и коэффициент униполярности, определяемый, как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности. Минимально и максимально допустимые значения нормируемых показателей определяют диапазоны концентраций аэроионов обеих полярностей и коэффициента униполярности, отклонение от которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека. Установлены значения нормируемых показателей. Минимально допустимые концентрации аэроионов отрицательной и положительной полярности, соответственно: более $600 \text{ ион}/\text{см}^3$ и не менее $400 \text{ ион}/\text{см}^3$. Максимально допустимые концентрации аэроионов отрицательной и положительной полярности, соответст-

венно: не более 50000 ион/см³ и менее 50000 ион/см³. Коэффициент униполярности должен быть меньше 1,0 и больше или равен 0,4. Здесь важно отметить, что приведенные значения нормируемых показателей концентрации аэроионов и коэффициента униполярности применяются только для производственных и общественных помещений. В лечебных целях и на специальных объектах с искусственной средой обитания могут применяться другие показатели аэроионного состава воздуха, если это предусмотрено утвержденными в установленном порядке методиками лечения или применения аэроионизаторов.

На объектах с искусственной средой обитания, в системах жизнеобеспечения, как правило, уделяется достаточное внимание вопросам очистки воздуха с помощью различных фильтров, в том числе механических, и химическому составу воздушной среды. При этом игнорируются физические характеристики воздуха.

При решении различных задач, связанных с управлением средой обитания на таких объектах, необходимо учитывать характеристики аэроионного состава воздуха, его физические характеристики, поскольку известно, что в основе патогенеза различных заболеваний и экстремальных состояний организма лежат в той или иной мере выраженные проявления тромбогеморрагического синдрома, обусловленного потерей электрического заряда [16].

На объектах с искусственной средой обитания наблюдается физиологически неблагоприятная аэроионная обстановка, которая характеризуется низкой концентрацией легких отрицательных аэроионов кислорода воздуха, значительными концентрациями легких положительных аэроионов и тяжелых аэроионов двух полярностей. Аэроионный состав воздуха является эффективным показателем состояния среды обитания и способен оказывать сильное физиологическое действие на организм человека. В связи с этим возникает необходимость в создании оптимальной концентрации отрицательных аэроионов кислорода воздуха, обеспечения униполярности аэроионов, с целью вытеснения аэроионов, имеющих меньшую скорость подвижности.

Известно, что в основе патогенеза различных заболеваний и экстремальных состояний

организма лежат в той или иной мере выраженные проявления тромбогеморрагического синдрома, обусловленные потерей электрического заряда [16]. Поскольку тромбогеморрагический синдром порождается уменьшением количества свободных электронов, формируя независимо от причины патогенез болезни, то именно электроны необходимы для восстановления заряда крови и других тканей. Поэтому проблема профилактики лечения и многих заболеваний состоит в том, чтобы восстановить утерянный электрический потенциал.

5. Критерии оценки безопасности воздуха на объектах со средой обитания человека

Используя системный подход, дадим определение безопасности воздуха на объекте с ИСО человека.

Безопасность воздуха на объекте с искусственной средой обитания человека – совокупность условий, обеспечивающих безопасную жизнедеятельность человека на объекте, исключающих негативное действие внешних и внутренних факторов на объект и состояние здоровья человека. Безопасность воздуха на объекте с ИСО обеспечивается биологической безопасностью – системой медико-биологических, организационных, инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на защиту человека и среды от воздействия биологических агентов (патогенных для человека вирусов, микроорганизмов, генно-инженерно-модифицированных микроорганизмов, токсинов и некоторых других, опасных для жизни человека агентов). Нельзя исключить целевое заражение воздушной среды патогенными для человека вирусами и микроорганизмами – результата возможных террористических актов. Задачи биологической безопасности воздушной среды на объектах с ИСО сегодня весьма актуальны. Создаваемые и поддерживаемые объекте условия искусственной среды обитания, адекватные потребностям человека и характеру выполняемой работы, являются благоприятными для жизнедеятельности многих патогенных для человека бактерий и микроорганизмов. Для обеспечения биологической безопасности воз-

душной среды на объектах с ИСО необходимо поддерживать оптимальную и биопозитивную микробиологическую обстановку и соответствие нормативным показателям физических характеристик воздушной среды.

Одним из основных условий функционирования искусственных сред обитания человека (герметизированных и частично герметизированных объектов) является обеспечение безопасности и создание комфортных условий для работы человека, снижение факторов риска появления различных заболеваний. При решении этой задачи необходимо учитывать не только внешние факторы, которые в значительной мере могут повлиять на безопасность воздуха, но также и внутренние факторы - особенности среды обитания внутри объекта и жизнедеятельности человека в этой среде.

Важно определить и критерии безопасности воздушной среды. Критериями безопасности воздуха на объектах с ИСО являются опасности, способные причинить вред здоровью и жизни человека, оказывающие негативное влияние на искусственную среду обитания объекта. Опасности могут не обладать избирательным свойством и при своем возникновении воздействуют не только на человека. Источниками и носителями опасностей на объектах с ИСО являются: воздух, техногенная среда, естественные процессы и явления, действия людей. Все источники опасности, воздействующие на воздух объекта с ИСО, предлагаем разделить на внешние и внутренние опасности. Основным внешним источником опасности для воздуха объектов с ИСО являются загрязнения, содержащиеся в воздухе внешней среды - атмосферном воздухе.

6. Технологии оценки влияния внешних факторов на качество воздуха

В настоящее время основным внешним негативным фактором, влияющим на качество воздуха в искусственных средах обитания человека, является внешняя среда - атмосферный воздух. Качество атмосферного воздуха обусловлено уровнем содержания в нем загрязняющих веществ. Описание некоторых из наиболее опасных загрязняющих веществ,

воздействие которых имеет негативные последствия для здоровья и жизни человека, систематизированы и сведены в таблице 1.

Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха могут использоваться различные показатели.

В Российской Федерации для оценки состояния воздушной среды используется индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА), учитывающий не только концентрации различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье человека [21].

Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах предельно допустимой концентрации (ПДК) диоксида серы соответствуют фактически наблюдаемые уровни, т.е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК диоксида серы. Уровни загрязнения воздуха различными веществами приводят к уровню загрязнения одним веществом – диоксидом серы. Это осуществляется с помощью показателя степени C_i . Индекс загрязнения воздушной среды для i -того вещества (ИЗА) рассчитывается по формуле:

$$I_i = \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_i} \right) C_i, \quad (1)$$

где I – индекс загрязнения воздушной среды, i – номер вредной примеси, q_i – средняя суточная концентрация i -ой вредной примеси в воздухе, ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -ой примеси в воздухе, C_i – константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для 1, 2, 3, 4 классов опасности вредных веществ соответственно.

Для приведения степени загрязнения воздушной среды всеми веществами к загрязнению веществом третьего класса опасности (диоксид серы, $C_i=1$), индекс загрязнения для n веществ:

$$I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_i} \right) C_i, \quad (2)$$

где I – индекс загрязнения воздушной среды, i – номер вредной примеси, q_i – средняя суточная концентрация i -ой вредной примеси в воздухе, n – число вредных примесей; ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -ой примеси в воздухе, C_i – константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для 1, 2, 3, 4 классов опасности вредных веществ соответственно. Константа C_i позволяет привести степень вредности

i -го вещества к степени вредности диоксида серы. В Российской Федерации индекс загрязнения воздушной среды (I) рассчитывается по пяти загрязнителям: взвешенные в воздухе твердые частицы, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид.

Индекс загрязнения воздушной среды, рассчитанный по формуле (2), показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по всей совокупности загрязняющих веществ.

В соответствии с существующими методами оценки установлены четыре категории качества воздуха. Уровень загрязнения воздушной среды считается низким при значениях ИЗА менее 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13, и очень высоким при ИЗА ≥ 14 .

Индексы качества воздушной среды используются и в других странах.

Агентство по охране окружающей среды США использует индекс качества атмосферного воздуха (AQI), который рассчитывается на основе индексов концентраций пяти загрязняющих веществ: взвешенных в воздухе частиц, O_3 , CO , SO_2 и NO_2 . Шкала индекса AQI имеет несколько интервалов в зависимости от степени воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека.

Метрологическая служба Канады использует индекс качества атмосферного воздуха (AQI), который рассчитывается на основе индексов концентраций шести загрязняющих веществ: взвешенных в воздухе частиц, O_3 , CO , SO_2 , NO_2 и содержания восстановленных соединений серы. Шкала индекса AQI изменяется в диапазоне от 0 до 100 и разбита на четыре диапазона: 0-25 – хорошее качество; 26-50 – умеренное качество; 51-100 – плохое качество; более 100 – очень плохое качество воздушной среды.

Франция для оценки качества воздуха использует индекс АТМО, который рассчитывается на основе концентраций четырех загрязняющих веществ: взвешенных в воздухе тонкодисперсных частиц $ВЧ_{10}$, O_3 , SO_2 и NO_2 . Шкала индекса АТМО изменяется в диапазоне от 0 до 500 и разбита на десять диапазонов качества воздуха.

Китай для оценки качества воздуха использует индекс качества атмосферного воздуха

(API). Этот индекс рассчитывается на основе индексов концентраций трех загрязняющих веществ: взвешенных в воздухе тонкодисперсных частиц $ВЧ_{10}$, SO_2 и NO_2 . Шкала индекса API изменяется в диапазоне от 0 до 300, имеет семь интервалов в зависимости от степени воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека.

Индия для оценки состояния воздушной среды использует индекс качества воздуха (India-AQI), который рассчитывается на основе концентраций шести загрязняющих веществ: взвешенных в воздухе частиц, O_3 , CO , SO_2 , NO_2 и тонкодисперсных частиц $ВЧ_{10}$.

Индексы загрязнения воздушной среды рассчитываются в Малайзии, Гонконге, Ирландии, Таиланде, Австралии и других странах. Методика расчета во многих случаях сходна с расчетом индекса качества воздуха AQI США.

Таким образом, используемый в России индекс суммарного загрязнения воздушной среды позволяет учитывать несколько значений разных концентраций вредных примесей и представить интегральный уровень загрязнения воздуха одним числом. Это позволяет судить о качестве воздуха и безопасности воздушной среды для человека. Интегральные показатели качества воздушной среды могут быть полезны только как средство оперативного контроля состояния атмосферного воздуха. Основным недостатком существующих показателей качества воздуха является отсутствие реакции и принятие решений для обеспечения безопасности воздушной среды.

7. Обеспечение информационной безопасности воздушной среды

Информационная безопасность воздушной среды в среде обитания человека осуществляется комплексной системой наблюдения, оценки и прогноза изменений состояния воздушной среды под влиянием антропогенных и естественных факторов. Мониторинг атмосферного воздуха можно рассматривать как информационную систему, являющуюся важнейшим этапом при разработке управленческих решений в области обеспечения экологической безопасности.

Содержание химических загрязнителей в окружающей среде в СССР начали контроли-

Табл. 1. Основные загрязняющие вещества воздушной среды, источники, действие на человека

Загрязнитель	Описание	Основные источники	Действие на человека
Твердые частицы (ТЧ)	Твердые частицы, с размерами, превышающими 10 мкм	Дорожная пыль, выхлопные газы автомобилей, промышленность, сельскохозяйственная деятельность, сжигание, работы в ИСО	Повышение уровня смертности, респираторные заболевания, кашель, боль в груди, бронхит
Взвешенные частицы (PM ₁₀)	Взвешенные в воздухе твердые частицы с размерами менее 10 мкм	Все виды деятельности человека и естественные природные процессы	Повышение уровня смертности. Легко проникают в легкие человека и накапливаются в них. Респираторные заболевания. Высокий риск онкологических заболеваний.
Озон (O ₃)	Бесцветный или голубоватый газ, сильнейший окислитель. Химически активный газ. Вступает в реакцию с веществами в ИСО. Относится к веществам первого (наивысшего) класса опасности	Образуется в атмосфере из окислов азота (NOx) и летучих органических соединений (ЛОС) в условиях высокой температуры и солнечного света. Образуется в ИСО при эксплуатации медицинской техники и офисной аппаратуры	Оказывает токсичное действие. Раздражение глаз, носа и горла, ухудшение легочной функции, кашель, ощущение сдавленности в груди, головная боль, упадок сердечной деятельности, головокружение, общая усталость, астма
Двуокись азота (NO ₂)	Является разновидностью оксида азота (NO). Стабильный красно-коричневый газ, сильный окислитель, растворим в воде	Процессы горения при высоких температурах. Выхлопные газы автомобилей, электростанции, промышленное и бытовое сжигание. На солнечном свету образуется из NO	Потенциальный раздражитель. Увеличивает риск легочных заболеваний. Ослабление деятельности легких, обострение реакции на аллергены
Двуокись серы (SO ₂)	Химически активный газ, растворимый в воде. Вступает в реакцию с веществами в ИСО	Сжигание топлива содержащего серу, угля, нефти, мазута, дизтоплива. Промышленные процессы с использованием соединений серы.	Ослабление функции легких, острые респираторные заболевания, астма. Повышение уровня смертности
Оксид углерода (Угарный газ) (CO)	Бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса	Выхлопные газы автомобилей. Неполное сгорание топлива.	Яд. Создает дефицит кислорода в тканях, повышает количество сахара в крови. Интоксикация мозга, сердца, мышц
Свинец (Pb)	Тяжелый металл. Переносится в воздухе ТЧ и PM ₁₀	Выхлопные газы автомобилей, сжигание отходов, сжигание угля	Нейротоксичное действие
Аммиак (NH ₃)	Газ	Деятельность человека. Выгребные ямы	Повышение уровня смертности
Диоксины	Всесококислотные органические соединения	Сжигание органических материалов содержащих хлор, пластмассы на основе ПВХ, при переплавке металлолома и алюминиевых отходов. Котельные, печи частного домовладения	Потенциальный канцероген. Ослабляет иммунную систему, нарушает репродуктивную функцию, разрушает эндокринную систему
Летучие органические соединения (ЛОС) Формальдегид	Бесцветный газ, обладающий резким запахом	Выхлопные газы автомобилей, испарение топлива, нефтепродуктов, растворителей. Производство пластмасс, строительных материалов, линолеума, толя, рубероида, пенопласта, минераловатных плит, пергамина, синтетических материалов	Канцероген. Аллерген. Обладает раздражающим, мутагенным действием. Сильно раздражает глаза и дыхательные пути, вызывает гиперчувствительность

ровать в 1925 году, когда определили первые значения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздушной среде рабочей зоны человека. В 1949 году, были сформулированы основные принципы гигиенического нормирования атмосферных загрязнителей:

- допустимой может быть признана только такая концентрация того или иного вещества в атмосферном воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного или неприятного действия, не снижает его работоспособности, не влияет на его самочувствие и настроение;
- привыкание к вредным веществам должно рассматриваться как неблагоприятный момент и недопустимость изучаемой концентрации;
- недопустимыми являются такие концентрации вредных веществ, которые неблагоприятно влияют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения.

При научном обосновании величины предельно допустимых концентраций вредных веществ основываются на представлении о наличии порогов в их действии. Используют также принцип лимитирующего показателя (нормирование по наиболее чувствительному показателю). Так, если запах ощущается при концентрациях, которые не оказывают вредного влияния на организм человека и внешнюю среду, нормирование осуществляется с учетом порога обоняния. Если вещество оказывает на окружающую среду вредное действие в меньших концентрациях, чем влияющие на организм человека, то при гигиеническом нормировании исходят из порога действия этого вещества на внешнюю среду.

Нормирование содержания (концентрация) вредных веществ проводится на двух уровнях - максимально допустимом (ПДК_{м.р.}) и среднесуточном (ПДК_{с.с.}). Промежуточные значения имеет измерение концентрации в рабочих зонах (ПДК_{р.з.}).

ПДК_{м.р.} - максимальная разовая концентрация вредных веществ в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация не должна вызывать в течение 30 минут рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

ПДК_{с.с.} - среднесуточная предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация вредных веществ не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия в условиях неопределенного долгого круглосуточного вдыхания.

ПДК_{р.з.} - предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³. Эта концентрация не должна вызывать у работающего при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдаленные сроки.

Как следует из приведенных выше определений различных ПДК, концентрация одного и того же вредного вещества может меняться, являясь минимальной для ПДК_{с.с.} и максимальной для ПДК_{м.р.}

Многообразие вредных веществ, содержащихся в воздушной среде, привело к их систематизации по степени токсичности или опасности для человека на четыре группы: чрезвычайно опасные; высоко опасные; умеренно опасные и малоопасные. Это деление проводится либо по абсолютным значениям ПДК_{р.з.}, либо на основе определения соотношений ПДК_{р.з.}/ПДК_{с.с.} или ПДК_{р.з.}/ПДК_{м.р.}.

К чрезвычайно опасным относятся вредные вещества с ПДК_{р.з.} < 0,1 мг/м³; ПДК_{р.з.}/ПДК_{с.с.} = 10 и ПДК_{р.з.}/ПДК_{м.р.} = 8. Для всех других классов ПДК_{р.з.} увеличиваются в 10 раз при переходе к следующему классу (высоко опасные – 0,1-1 мг/м³; умеренно опасные – 1-10 мг/м³; малоопасные – > 10 мг/м³), а отношение предельно допустимой концентрации возрастает (высоко опасные – 46 и 25; умеренно опасные – 84 и 36; малоопасные – 240 и 130). Поскольку контроль за содержанием всех возможных вредных веществ в воздушной среде затруднителен и в большинстве случаев не нужен, в каждом регионе (области, городе) составляется свой пере-

чень анализируемых вредных веществ, определяемый особенностями имеющихся предприятий, транспорта, инфраструктуры.

Системы мониторинга качества воздуха на объектах в искусственной и естественной средах обитания человека позволяют в реальное время собирать и анализировать информацию о безопасности воздушной среды. Такие системы были разработаны в Институте системного анализа РАН и Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН и признаны новыми в данной области исследований [23, 24].

8. Новые технологии повышения безопасности воздушной среды

В период пандемии вопросы обеспечения безопасности искусственных сред обитания человека, приобретают важнейшее и первостепенное значение, поскольку от правильного и быстрого решения этой проблемы зависит жизнь многих людей, особенно в крупных городах и мегаполисах.

В настоящее время для обеззараживания воздушной среды объектов с ИСО в присутствии человека могут использоваться различные методы: озонирование, ультрафиолетовое излучение, ультразвук, ионизация и некоторые другие. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Так, например, озонирование, являясь мощным окислителем, действует на различные виды микробиологических групп, сильно зависит от физических характеристик воздуха и оказывает токсическое действие на организм человека. Кроме того, при использовании этого метода образуются оксиды азота в концентрациях недопустимых для человека. Ультрафиолетовое излучение с длиной волны 205-315 нм действует разрушительно на многие вирусы и бактерии в вегетативной форме, зависит от интенсивности облучения, времени действия, физических характеристик воздушной среды. При использовании этого метода возможно загрязнение воздушной среды озоном в концентрациях недопустимых для человека и в некоторых случаях загрязнение воздуха парами ртути. Ультразвук позволяет механически разрушать микро-

организмы, действует на бактерии. Метод имеет существенный недостаток – зависимость от мощности звуковых колебаний. Технология очистки воздушной среды ионизацией воздуха основана на искусственной генерации аэроионов различной полярности, что позволяет заряжать, находящиеся в воздухе частицы микрофлоры, пыли, аэрозоли и др. и осаждают их на специальные электроды. Существуют различные технические реализации этого метода. Основным недостатком этого метода является неравномерное распределение аэроионов в воздушной среде объекта с ИСО и сложность реализации технического устройства, обеспечивающего униполярность аэроионов и исключая образование озона, окислов азота, электростатических и магнитных полей, превышающих допустимые значения нормированных показателей. Существуют и другие методы обеззараживания воздушной среды, которые к настоящему времени недостаточно изучены.

В Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской Академии наук предложен новый способ обеспечения безопасности воздуха на объекте с ИСО человека. Способ основан на объемном электростатическом захвате и локальном осаждении находящихся в воздухе взвешенных частиц (твердых, аэрозолей, радиоактивных и др.). Реализация этого способа позволяет эффективно удалять все загрязнения из воздушной среды объекта с ИСО, в том числе взвешенные в воздухе твердые и аэрозольные частицы размером менее 1 мкм. Это достигается за счет объемного насыщения воздушной среды отрицательными аэроионами с подвижностью $2,0-2,2 \text{ см}^2/(\text{Вс})$, их адсорбции на твердых и аэрозольных частицах, взвешенных в воздухе, локальным осаждением этих частиц на положительно заряженный фильтр-приемник загрязняющих веществ. Результаты проведенных инструментальных исследований этого способа, позволяют сделать вывод о высокой эффективности его применения на целевых объектах с ИСО. Установлено, что концентрация тяжелых аэроионов воздуха, имеющих электрическую подвижность от $0,0001$ до $0,01 \text{ см}^2/(\text{Вс})$, содержащихся в воздухе объекта с ИСО, позволяет оценить степень загрязнения воздушной среды и является показателем безопасности воздуха на объекте.

Заключение

Обеспечение качества воздуха в искусственных средах обитания человека является важным фактором национальной безопасности Российской Федерации.

В настоящее время экологическую безопасность Российской Федерации в основном определяет качество воздушной среды в средах обитания человека. Экологическая безопасность РФ является составной частью национальной безопасности Российской Федерации.

В Российской Федерации до сих пор отсутствуют эталоны качества и безопасности воздуха для объектов с искусственной средой обитания человека, нет национального стандарта безопасности воздуха.

Системный подход в решении проблемы обеспечения качества воздуха в искусственных средах обитания человека позволяет ориентировать исследователей на весь комплекс проблем, возникающих в связи с изучаемой проблемой и наиболее эффективно реализовать полученные результаты исследований. Системное мышление при решении проблемы обеспечения качества воздушной среды позволяет наиболее целостно определить комплексные проблемы и разработать новые комплексные решения применительно к данной проблеме.

Воздушная среда на объектах с искусственной средой обитания должна обеспечивать жизнедеятельность человека и исключать негативное воздействие различных факторов на здоровье.

При решении проблемы управления физическими характеристиками воздуха на объектах с искусственной средой обитания особое внимание должно уделяться аэроионному составу воздуха и обеспечения униполярности аэроионов.

Основным внешним фактором, оказывающим негативное влияние на качество воздуха в искусственных средах обитания человека, является внешняя среда - атмосферный воздух. Качество атмосферного воздуха обусловлено уровнем содержания в нем загрязняющих веществ. Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха предложено использовать интегральный индекс загрязнения атмосферного воздуха, учитывающий не только концентрации различных веществ, но и вредность их

воздействия каждого загрязнителя на здоровье человека.

Основными регистрируемыми ингредиентами, загрязняющими атмосферный воздух, являются: оксид углерода, сернистый газ, окислы азота (диоксид азота и оксид азота), углеводороды, взвешенные твердые частицы. Основными источниками загрязнений атмосферного воздуха являются автомобильный транспорт и стационарные источники. Содержание и концентрация этих веществ, присутствующих в выбросах большинства источников загрязнения атмосферного воздуха являются не только показателями состояния загрязнения атмосферного воздуха, также являются основным внешним негативным фактором, влияющим на качество и безопасность воздуха в искусственных средах обитания человека.

Проведенные экспериментальные исследования влияния внешних и внутренних факторов на качество воздуха, позволили сделать вывод о возможности практического использования разработанных методов и технологий для обеспечения безопасности воздушной среды в искусственных средах обитания человека. Технологии позволяют в реальном времени удалять из воздушной среды объекта взвешенные в воздухе твердые и аэрозольные частицы менее 0,1–1,0 мкм, представляющие наибольшую опасность для человека.

Разработка и использование новых технологий оценки качества воздуха, изучение процессов влияния внешних факторов на искусственные среды обитания, необходимы для оптимизации процессов управления качеством и безопасностью воздуха на объектах с искусственной средой обитания, являются важными и актуальными проблемами, для решения которых необходим системный подход.

Решение этих задач позволит систематизировать влияние природных, техногенных и антропогенных факторов на изменение качества воздуха, создать общую методологию обеспечения качества и безопасности воздушной среды, открыть новые подходы к решению практических задач в области автоматизации качества воздуха в средах обитания человека.

Литература

1. Мещеряков А.Ю., Осипов С.Н. Прикладные аспекты системного анализа в области обеспечения качества и безопасности воздуха в средах обитания человека / Труды Шестой международной конференции «Системный анализ и информационные технологии»: САИТ 2015 (15-20 июня 2015, г. Светлогорск, Россия). М.: Балтийского федерального университета им. И. Канта, 2015. Т. 2. С. 248-254.
2. Мещеряков А.Ю. К вопросу управления средой обитания человека // Вестник научных конференций. 2016. Т.2. № 10. С. 60-64.
3. Мещеряков А.Ю. Экологические индикаторы качества жизни человека в искусственных средах обитания человека // Вестник научных конференций. 2016. Т. 2 . № 1. С. 64-68.
4. Мещеряков А.Ю., Федотов Ю.А. Проблемы оценивания аэроионного состояния воздушной среды. // Приборы и системы управления. 1998. № 11. С. 75-79.
5. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Указ Президента РФ № 683 // Собрание законодательства РФ. 2016. № 1. Ч. 2. Ст. 212. С. 497-518.
6. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. М.: Минприроды России. 2016. 18 С.
7. Прангишвили И.В. Системный подход, системное мышление и энтропия фундаментальных знаний // Проблемы управления. 2004. № 4. С. 3-7.
8. Прангишвили И.В., Пашенко Ф.Ф., Бусыгин Б.П. Системные законы и закономерности в электродинамике, природе и обществе. М.: Наука. 2001.
9. Мещеряков А.Ю., Осипов С.Н. Новые технологии управления качеством воздуха на объектах со средой обитания. // Информационные технологии и вычислительные системы. 2008. № 2. С. 20-26.
10. Мещеряков А.Ю., Осипов С.Н., Безнаев А.В., Колоколов А.С., Яхно В.П. Вопросы выбора критериев оценки безопасности воздуха на объектах с искусственной средой обитания человека // Научные технологии. 2012. № 1. Т. 13. С. 62-68.
11. Мещеряков А.Ю., Осипов С.Н., Безнаев А.В., Колоколов А.С., Яхно В.П. Применение системного анализа для оценки качества воздуха на объектах с искусственной средой обитания // Научные технологии. 2010. № 11. Т. 11. С.65-75.
12. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ.
13. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ. Собрание законодательства Российской Федерации. 2002, № 2, ст. 133.
14. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 421 С.
15. Красногорская Н.В. Электричество нижних слоев атмосферы и методы его измерения. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 323 С.
16. Мачабели М.С., Полесский В.А., Хватов В.Б. и др. Общая электрокоагулология. Профилактика и лечение тромбгеморрагического синдрома общей патологии донаторами электронов. - М.: ЭПП Минздравпром РФ, 1995. 203 С.

17. Мещеряков А.Ю., Федотов Ю.А. Современные средства медико-технического обеспечения мониторинга аэроионного состояния воздуха. // Медицинская техника. 2001. № 2. С. 49-53.
18. Мещеряков А.Ю. Метрологические аспекты исследования физических характеристик воздуха на объектах со средой обитания. // Медицинская техника. 1999. № 1. С. 43-46.
19. Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений. М., 1980. 7 С.
20. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарные правила и нормы. М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. 64 С.
21. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. СанПиН 2.2.4.1294-03. М.: 2003. 8 с.
22. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89. Л.: Гидрометеоздат. 1991. 693 С.
23. Мещеряков А.Ю. Осипов С.Н. Система мониторинга качества воздуха на объектах с искусственной средой обитания человека. Патент на изобретение № 2545491. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной Собственности, патентам и товарным знакам. М.: ФИПС, 2015. № 10. 11 С.
24. Мещеряков А.Ю. Осипов С.Н. Система мониторинга качества воздуха на объектах в естественной среде обитания человека. Патент на полезную модель № 146677. Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной Собственности, патентам и товарным знакам. М.: ФИПС, 2014. № 29. 4 С.

Мещеряков Александр Юрьевич. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия. Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, доцент. Количество печатных работ: более 60. Область научных интересов – информационные технологии, имитационное моделирование и прикладные аспекты управления средой обитания, экспертные медицинские системы принятия решений, основанные на знаниях. E-Mail: aymesh@inbox.ru

Осипов Сергей Николаевич. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, доцент. Количество печатных работ: более 50. Область научных интересов: математическое моделирование социально-экономических процессов. E-Mail: osipov@isa.ru

Air Quality in Human Habitats as a Factor of National Security of the Russian Federation

A. Yu. Meshcheryakov¹, S. N. Osipov¹¹

¹Federal state budgetary institution of science «Institute of control sciences by V. A. Trapeznikov» of Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

¹¹Federal Research Center “Computer Science and Control” of RA S, Russia, Moscow

Abstract: The main priorities of the quality of human life in the National security strategy of Russian Federation are considered. Ecological factors affecting the quality of life of the population are identified. The characteristics of air quality are systematized. Technologies for assessing the influence of external factors on air quality in human habitats are considered. From the standpoint of system approach one of the most important problems of human life – ensuring the safety of the air environment at objects with an artificial human habitat is considered.

Keywords: system approach, information technologies, strategy, national security, quality of life, environmental factors, artificial human habitat, pandemic, air.

DOI 10.14357/20718632200405

References

1. Meshcheryakov A.YU., Osipov S.N. Prikladnye aspekty sistemnogo analiza v oblasti obespecheniya kachestva i bezopasnosti vozduha v sredah obitaniya cheloveka / Trudy

Shestoj mezhdunarodnoj konferencii «Sistemnyj analiz i informacionnye tekhnologii»: SAIT 2015 (15-20 iyunya 2015, g. Svetlogorsk, Rossiya). M.: Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta, 2015. T. 2. S. 248-254.

2. Meshcheryakov A.YU. K voprosu upravleniya sredoj obitaniya cheloveka // Vestnik nauchnyh konferencij. 2016. T.2. № 10. S. 60-64.
3. Meshcheryakov A.YU. Ekologicheskie indikatory kachestva zhizni cheloveka v iskusstvennyh sredah obitaniya cheloveka // Vestnik nauchnyh konferencij. 2016. T. 2. № 1. S. 64-68.
4. Meshcheryakov A.YU., Fedotov YU.A. Problemy ocenivaniya aeroionnogo sostoyaniya vozduшной среды. // Pribory i sistemy upravleniya. 1998. № 11. S. 75-79.
5. Strategiya nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Ukaz Prezidenta RF № 683 // Sobranie zakonodatel'stva RF. 2016. № 1. CH. 2. St. 212. S. 497-518.
6. Strategiya ekologicheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii naperiod do 2025 goda. M.: Minprirody Rossii. 2016. 18 S.
7. Prangishvili I.V. Sistemnyj podhod, sistemnoe myshlenie i entropiya fundamental'nyh znaniy // Problemy upravleniya. 2004. № 4. S. 3-7.
8. Prangishvili I.V., Pashchenko F.F., Busygin B.P. Sistemnye zakony i zakonomernosti v elektrodinamike, prirode i obshchestve. M.: Nauka. 2001.
9. Meshcheryakov A.YU., Osipov S.N. Novye tekhnologii upravleniya kachestvom vozduha na ob"ektah so sredoj obitaniya. // Informacionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy. 2008. № 2. S. 20-26.
10. Meshcheryakov A.YU., Osipov S.N., Beznaev A.V., Kolokolov A.S., YAhno V.P. Voprosy vybora kriteriev ocenki bezopasnosti vozduha na ob"ektah s iskusstvennoj sredoj obitaniya cheloveka // Naukoemkie tekhnologii. 2012. № 1. T. 13. S. 62-68
11. Meshcheryakov A.YU., Osipov S.N., Beznaev A.V., Kolokolov A.S., YAhno V.P. Primenenie sistemnogo analiza dlya ocenki kachestva vozduha na ob"ektah s iskusstvennoj sredoj obitaniya // Naukoemkie tekhnologii. 2010. № 11. T. 11. S. 65-75.
12. Federal'nyj zakon «Ob ohrane atmosfernogo vozduha» ot 4 maya 1999 g. № 96-FZ.
13. Federal'nyj zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10 yanvarya 2002 g. № 7-FZ. Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii. 2002. № 2. St. 133.
14. Chalmers Dzh. A. Atmosfernoe elektrichestvo. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 421S.
15. Krasnogorskaya N.V. Elektrichestvo nizhnih sloev atmosfery i metody ego izmereniya. L.: Gidrometeoizdat, 1972. 323 S.
16. Machabeli M.S., Polesskij V.A., Hvatov V.B. i dr. Obshchaya elektrokoagulologiya. Profilaktika i lechenie trombogemorragicheskogo sindroma obshchej patologii donatorami elektronov. - M.: EPP Minzdravpromm RF, 1995. 203 S.
17. Meshcheryakov A.YU., Fedotov YU.A. Sovremennye sredstva mediko-tekhnicheskogo obespecheniya monitoringa aeroionnogo sostoyaniya vozduha. // Medicinskaya tekhnika. 2001. № 2. S. 49-53.
18. Meshcheryakov A.YU. Metrologicheskie aspekty issledovaniya fizicheskikh harakteristik vozduha na ob"ektah so sredoj obitaniya. // Medicinskaya tekhnika. 1999. № 1. S. 43-46.
19. Sanitarno-gigienicheskoe normy dopustimyh urovnej ionizacii vozduha proizvodstvennyh i obshchestvennyh pomeshchenij. M. 1980. 7 S.
20. Gigienicheskie trebovaniya k videodisplejnym terminalam, personal'nyh elektronno-vychislitel'nyh mashinam i organizacii raboty: Sanitarnye pravila i normy. M.: Informacionno-izdatel'skij centr Goskomsanepidnadzora Rossii, 1996. 64 S.
21. Gigienicheskie trebovaniya k aeroionnomu sostavu vozduha proizvodstvennyh i obshchestvennyh pomeshchenij. SanPiN 2.2.4.1294-03. M.: 2003. 8 S.
22. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery RD 52.04.186-89. L.: Gidrometeoizdat. 1991. 693 S.
23. Meshcheryakov A.YU. Osipov S.N. Sistema monitoringa kachestva vozduha na ob"ektah s iskusstvennoj sredoj obitaniya cheloveka. Patent na izobrenenie № 2545491. Izobreneniya. Poleznye modeli. Oficial'nyj byulleten' Federal'noj sluzhby po intellektual'noj Sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam. M.: FIPS, 2015. № 10. 11 S.
24. Meshcheryakov A.YU. Osipov S.N. Sistema monitoringa kachestva vozduha na ob"ektah v estestvennoj srede obitaniya cheloveka. Patent na poleznuyu model' № 146677. Izobreneniya. Poleznye modeli. Oficial'nyj byulleten' Federal'noj sluzhby po intellektual'noj Sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam. M.: FIPS, 2014. № 29. 4 S.

Meshcheryakov Alexander Yurievich. Federal state budgetary institution of science Institute of management problems. V. A. Trapeznikova of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. PhD in Engineering Sciences, leading researcher, associate Professor. Number of printed works: more than 60. Research interests: information technologies, simulation and applied aspects of habitat management, expert medical decision-making systems based on knowledge. E-mail: aymesh@inbox.ru

Osipov Sergey Nikolaevich. Leading researcher of Federal Research Center 'Computer Science and Control' of the Russian Academy of Sciences. PhD in Physics and Mathematics-Sciences, senior researcher. Number of printed works: more than 50. Research interests: modeling and forecasting of developing systems. E-mail: isa@isa.ru