

УДК 613:614

## АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИОННОГО РЕЖИМА В ПОМЕЩЕНИЯХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ СТАЦИОНАРНОГО ТИПА

<sup>1</sup>Русаков Н.В., <sup>1</sup>Бобровницкий И.П., <sup>1</sup>Калинина Н.В., <sup>2</sup>Русакова Е.В.,  
<sup>1</sup>Гапонова Е.Б., <sup>1</sup>Банин И.М., <sup>1</sup>Яковлев М.Ю., <sup>1</sup>Балакаева А.В.

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками  
здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва,  
e-mail: rusakovnv39@yandex.ru, zhilsreda@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии  
им. Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Атмосферное электричество представляет собой совокупность электрических явлений и процессов в атмосфере – это грозовые разряды, электромагнитные волны и многое другое. Основным фактором, определяющим биологическое действие атмосферного электричества, является ионизация воздуха, в том числе и воздушной среды помещений жилых и общественных зданий. Особое значение имеет содержание ионов в воздухе лечебных помещений, так как аэроионный режим является важным фактором, позитивно влияющим на жизненный тонус как пациентов, так и медицинского персонала, на процессы лечения и выздоровления. В статье представлены результаты исследования ионного режима в помещениях различного назначения медицинских организаций стационарного типа. Дана гигиеническая оценка факторов, влияющих на формирование ионного режима в помещениях лечебных учреждений. Показано, что основным источником легких аэроионов в воздушной среде лечебных помещений является приточный атмосферный воздух, а концентрация их зависит от работы системы вентиляции и режима проветривания помещений. Кроме того, на концентрацию ионов в воздухе помещений медицинских организаций влияют работающая электронная техника и бактерицидные установки. Проведены сравнительные исследования влияния на ионный режим помещений различных типов ультрафиолетовых облучателей, используемых для обеззараживания воздуха в медицинских организациях.

**Ключевые слова:** окружающая среда, атмосферное электричество; грозовые разряды, ионизация воздуха, помещения лечебных учреждений

## ATMOSPHERIC ELECTRICITY AND RESULTS OF RESEARCHES OF THE ION REGIME IN PREMISES OF MEDICAL ORGANIZATIONS OF THE STATIONARY TYPE

<sup>1</sup>Rusakov N.V., <sup>1</sup>Bobrovnikskiy I.P., <sup>1</sup>Kalinina N.V., <sup>2</sup>Rusakova E.V.,  
<sup>1</sup>Gaponova E.B., <sup>1</sup>Banin I.M., <sup>1</sup>Yakovlev M.Yu., <sup>1</sup>Balakaeva A.V.

<sup>1</sup>Centre for Strategic Planning, Russian Ministry of Health, Moscow,  
e-mail: rusakovnv39@yandex.ru, zhilsreda@yandex.ru;

<sup>2</sup>National Research Center for Epidemiology and Microbiology. N.F. Gamaley  
of the Ministry of Health of Russia, Moscow

Atmospheric electricity is a set of electrical phenomena and processes in the atmosphere – it's lightning, electromagnetic waves and more. The main factor determining the biological effect of atmospheric electricity is the ionization of air, including the air environment of residential and public buildings. Of particular importance is the content of ions in the air of medical facilities, as the air ion regime is an important factor that positively affects the vitality of both patients and medical personnel, the processes of treatment and recovery. The article presents the results of the study of the ion regime in the premises of various medical organizations of stationary type. The hygienic assessment of the factors influencing formation of the ion mode in premises of medical institutions is given. It is shown that the main source of light air ions in the air of medical facilities is the supply of atmospheric air, and their concentrations depend on the ventilation system and ventilation mode of the premises. In addition, the concentration of ions in the air of medical facilities is influenced by working electronic equipment and bactericidal plants. Comparative studies of the effect of different types of ultraviolet irradiators used for air disinfection in medical organizations on the ion regime of premises have been carried out.

**Keywords:** environment, atmospheric electricity; lightning discharges; air ionization, premises of medical institutions

Сложно переоценить социальный и экономический ущерб, наносимый экологически обусловленной и зависимой патологией в целом ежегодно мировому сообществу. Так, по данным ВОЗ, только в 2011 г. воздействие отдельных химических веществ,

находящихся в окружающей и производственной среде, обусловило в мировом масштабе 4,9 млн случаев смерти (8,3 % от общего числа) и 86 млн лет жизни, утраченных в результате смертности и инвалидности [1, 2].

Экологические вызовы безопасности жизни и здоровью населения сегодня обусловлены целым спектром серьезных неблагоприятных факторов меняющейся окружающей среды. Среди них следует выделить химическое загрязнение и воздействие физических факторов. Итак, имеет место химическое загрязнение окружающей среды, беспрецедентное по масштабу. Так, на территории РФ ежегодно продолжает выбрасываться в атмосферный воздух более 30 млн тонн химических веществ. Под воздействием веществ, превышающих гигиенические нормативы в 5 и более раз (бензопирена, формальдегида, азота диоксида и др. соединений, обладающих выраженным токсическим и онкогенным действием), проживает более 55 млн жителей, что составляет 53% городского населения России. Уровень химической нагрузки на человека внутри закрытых помещений, в которых современный человек проводит до 23 часов в сутки, еще выше, примерно в 4 и более раз, чем в окружающем атмосферном воздухе [3].

Несмотря на широкий спектр гигиенических разработок по регламентированию физических факторов окружающей среды (ФОС): шума, вибрации, электромагнитных полей и др., – обусловленная их воздействием заболеваемость приобретает все более внушительные масштабы [4]. При этом стремительно нарастающей угрозой здоровью человека становится так называемый «электромагнитный волновой смог» [5], исходящий от стационарных и, особенно, подвижных источников ненормированных неионизирующих излучений (компьютеров, телевизоров, ноутбуков, планшетов, мобильных телефонов).

Основным фактором, определяющим электрическое воздействие воздушной среды на живые организмы, считали напряженность электрического поля в атмосфере. Со времени открытия явления ионизации и электропроводности биологическое действие атмосферного электричества стали объяснять наличием аэроионов, которые считались главными в электрическом обмене между организмом и окружающей средой. Первые исследования влияния ионизации атмосферы на субъективные ощущения и здоровье пациентов проводились при прохождении ими санаторно-курортного лечения. Эти наблюдения показали существование зависимости между аэроионизацией и состоянием организма человека. Установлено, что присутствие легких ионов в воздухе является показателем его чистоты, при этом естественная ионизация атмосферного воздуха наиболее высока в лесах, на курортах и морских побережьях [6].

В то же время одним из показателей воздушного дискомфорта в закрытых помещениях является изменение ионного режима в них по сравнению с окружающим атмосферным воздухом [7]. Следует отметить, что если ионизация атмосферы, ее изменение при воздействии тех или иных факторов изучены достаточно хорошо, то ионный режим воздушной среды в помещениях, особенно при искусственной ее обработке изучены на сегодня не достаточно полно. Особого внимания, на наш взгляд, требуют исследования ионного режима в помещениях медицинских стационаров и оценки его влияния на больных и персонал медицинских организаций стационарного типа. В литературе не удалось найти результатов научных исследований по изучению ионного режима в помещениях лечебных стационаров, за исключением нескольких работ по курортологии, где искусственная ионизация воздуха использовалась в лечебных целях [8, 9].

Цель исследования: проведение исследований ионного режима в помещениях различного назначения медицинских организаций стационарного типа и факторов, влияющих на его формирование.

#### Материалы и методы исследования

Проведена гигиеническая оценка содержания аэроионов в воздушной среде лечебных палат, процедурных, перевязочных, операционных, в кабинетах врачей, функциональной диагностики и физиотерапевтических процедур. Исследование ионного режима проводилось в центре помещений и на рабочих местах возле компьютеров и других приборов.

Концентрацию ионов определяли прибором «Счетчик аэроионов МАС-01». Одновременно в этих же помещениях проводили определение содержания в воздухе озона, кислорода и углекислого газа.

Для замеров концентрации озона использовали газоанализатор озона 3.02П-Р, кислорода – газоанализатор ПКГ-4, диоксида углерода – газоанализатор оптический Оптигаз 500.4С. В статье представлен анализ результатов обследования 37 помещений.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Уровень ионизации воздуха является показателем качества воздуха закрытых помещений и играет существенную роль при его гигиенической оценке. Качество воздушной среды особое значение имеет для помещений лечебных зданий стационарного типа, где длительное время пребывают люди со сниженным иммунным статусом, имея различные заболевания.

Ионный режим помещений определяется уровнем положительной и отрицательной аэроионизации (электрически заряженных частиц воздуха). Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха

производственных и общественных помещений являются: концентрации аэроионов обеих полярностей  $po^+$ ,  $po^-$ , определяемые как количество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см<sup>3</sup>) и коэффициент униполярности  $У$ , который определяется как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» концентрации отрицательных аэроионов в воздухе помещений должны быть не менее 600 и не более 50000 ион/см<sup>2</sup>, положительных не менее 400 и не более 50000 ион/см<sup>2</sup>, а коэффициент униполярности не менее 0,4 и не более 1,0.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Проведенные исследования показывают, что в воздухе обследованных помещений легкие ионы обеих полярностей либо отсутствовали, либо их содержание было ниже минимально необходимой концентрации. Отсутствие ионизации воздуха в первую очередь отмечено в лечебных палатах, в некоторых процедурных и служебных кабинетах, в которых не работала вентиляционная система. Следует отметить, что в помещениях с деионизованным воздухом концентрация диоксида углерода была

выше, чем в помещениях с ионизованным воздухом.

Результаты исследования свидетельствуют, что даже в помещениях с работающей вентиляцией концентрация аэроионов в воздухе помещений была значительно ниже по сравнению с их содержанием в окружающем атмосферном воздухе, что в первую очередь связано непосредственно с работой системы вентиляции и кондиционирования воздуха. В установках для кондиционирования атмосферный воздух подвергается множественной обработке, включающей операции нагрева, увлажнения, охлаждения, очистки и др., все эти процессы искусственной обработки атмосферного воздуха «денатурируют» его, т.е. изменяют его нативные свойства, в первую очередь снижают содержание в нем аэроионов.

Помимо длительного пребывания большого количества людей в помещениях, плохо работающей вентиляции, на содержание легких аэроионов в воздухе помещений негативное влияние оказывает наличие работающей электронной техники, в том числе персональных компьютеров. Наши исследования показали, что в кабинетах врачей вблизи работающих персональных компьютеров, на рабочем месте пользователя воздух был полностью деионизован. Это объясняется притяжением отрицательных ионов к экрану монитора, находящегося под положительным потенциалом и отталкиванием положительных ионов.

Таблица 1

Результаты замеров ионного режима в помещениях ЛПУ

Наименование помещения	Условия и место Измерения	Количество аэроионов ион/см <sup>3</sup>		
		Отрицательные	Положительные	Коэффициент униполярности
Атмосферный воздух	На территории размещения лечебных зданий	780–1500	650–2000	0,7–1,2
Лечебные палаты	С вентиляцией	210–470	250–500	0,8–1,1
	Без вентиляции	< 10–110	< 10–150	1,4
Процедурные	Центр помещения	< 10–310	< 10–450	0,6–1,5
Операционные, Перевязочные	Центр помещения	310–550	200–650	0,6–1,1
Палата реанимации	Центр помещения	410–550	300–470	0,6–0,8
Кабинеты функциональной диагностики	Центр помещения	100–270	150–350	0,8–1,7
Кабинеты физиотерапии	Центр помещения	100–270	150–350	0,8–1,7
	Место пациента у включенных ингаляторов	330–470	140–440	0,42–0,94
Кабинеты врачей, служебные кабинеты	Центр помещений	< 10–210	< 10–250	1,4
	На рабочем месте, ПК включен	< 10–70	< 10–150	2,1

В научной литературе есть данные, что на концентрацию легких ионов в помещении влияет материал, из которого построено здание. Наибольший дефицит легких аэроионов наблюдается в железобетонных зданиях, так как стены и другие конструкции экранируют внутреннее пространство от внешнего ионизирующего излучения. Концентрация легких аэроионов внутри таких зданий находится обычно на уровне 40–50 ион/см<sup>3</sup>, что значительно ниже нормы. Наши исследования подтверждают эти данные, так как большинство обследованных помещений с отсутствием ионизации воздуха, находились в лечебных зданиях, построенных из бетонных панелей.

Деионизированный воздух отрицательно влияет на организм человека, особенно больного; у него наблюдается раздражительность, усталость, ощущение недостатка свежего воздуха, и вследствие этого, замедляются процессы выздоровления.

Помимо атмосферного воздуха и специальных приборов искусственной ионизации воздуха (ионизаторов) в помещениях лечебных зданий источниками ионизации воздуха могут быть физиотерапевтические приборы, работающие с использованием коронного заряда, ингаляционные установки и облучатели ультрафиолетовым светом (УФ-облучатели). Следует отметить, что помимо операционной и палаты реанимации наиболее высокие концентрации легких аэроионов были замерены в физиотерапевтических кабинетах на месте пациентов при работающих приборах.

Для оценки влияния работы УФ-облучателей открытого типа на аэрионный режим медицинских помещений проведены замеры концентрации легких положительных и отрицательных ионов в кабинетах врачей и в процедурной при от-

сутствии людей до включения бактерицидных приборов, через 10 мин и через 30 мин работы. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Как видно из представленных материалов, отмечена четкая зависимость увеличения количества отрицательных аэроионов от времени работы облучателей. Для тех же условий наблюдений такой четкой зависимости по количеству положительных аэроионов не отмечено.

Кроме того, проведены сравнительные исследования влияния на ионный режим помещений различных типов УФ-облучателей, используемых для обеззараживания воздуха в медицинских организациях. С этой целью осуществлены замеры концентраций легких положительных и отрицательных ионов в экспериментальном лабораторном помещении при поочередном включении: 1) УФ-установок открытого типа, оборудованных озоновыми лампами; 2) УФ-установок открытого типа, оборудованных безозоновыми лампами; 3) УФ-установок закрытого типа, оборудованных безозоновыми лампами. Замеры концентраций аэроионов в воздухе проводили при отсутствии людей в помещении до включения бактерицидных приборов, через 30 мин и через 60 мин работы. Результаты замеров представлены в табл. 3.

Из представленных данных видно, что УФ-излучение оказывает влияние на аэрионный режим помещений. При работе испытанных УФ-облучателей наблюдается увеличение концентрации легких отрицательных ионов и легких положительных ионов. Причем наиболее выражена эта тенденция при работе ламп, выделяющих озон. Наименьшее влияние на аэрионный режим оказывают УФ-установки закрытого типа, что, по-видимому, связано с наличием металлического корпуса облучателя.

**Таблица 2**

Влияние УФ-излучения на ионный режим медицинских помещений

Помещение	Режим работы УФ-лампы	Количество отрицательных аэроионов (ион/см <sup>3</sup> )	Количество положительных аэроионов (ион/см <sup>3</sup> )
1	2	3	4
Кабинет врача-хирурга	До включения	230	440
	10 мин работы	410	340
	30 мин работы	420	510
Процедурная	До включения	340	270
	30 мин работы	500	390
	1 ч работы	550	390
Кабинет стоматолога	До включения	280	270
	10 мин работы	350	300
	30 мин работы	370	330

Таблица 3

Влияние УФ-облучателей различного типа на ионный режим воздушной среды

Тип УФ-облучателей	Время исследования	Отрицательные ионы	Положительные ионы
Озонные УФ-облучатели открытого типа	До включения (фон)	110	105
	30 мин работы	215	170
	1 ч работы	510	340
Безозонные облучатели открытого типа	До включения (фон)	120	100
	30 мин работы	285	180
	1 ч работы	480	200
УФ-облучатели закрытого типа	До включения (фон)	160	130
	30 мин работы	200	180
	1 ч работы	300	210

### Заключение

Носителем атмосферного электричества в закрытых помещениях, в том числе и в помещениях медицинских организаций, являются аэроионы, которых в воздушной среде зданий значительно меньше, чем в окружающем атмосферном воздухе. Аэроионный режим в помещениях медицинских организаций является важным фактором, позитивно влияющим на жизненный тонус как пациентов, так и медицинского персонала, на процессы лечения и выздоровления. Основным источником легких аэроионов в воздушной среде помещений является приточный атмосферный воздух, а концентрации их зависят от работы системы вентиляции и режима проветривания помещений. Учитывая, что при прохождении различных этапов кондиционирования атмосферный воздух деионизируется, необходимо регулярно контролировать содержание аэроионов не только в помещениях медицинских организаций, но и на каждом этапе обработки приточного воздуха.

### Список литературы

1. Рахманин Ю.А. Концептуальные и методологические аспекты гигиены как основы развития профилактического здравоохранения. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017. № 1. С. 57–78.
2. Разумов А.Н., Пономаренко В.А. Культурологическая этика здоровья нации в третьем тысячелетии. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017. № 1. С. 42–56.
3. Рахманин Ю.А., Губернский Ю.Д., Калинина Н.В. Проблемные вопросы гигиены жилых и общественных зданий и концепция развития исследований на перспективу // *Гигиена и санитария*. 2012. № 2. С. 9–14.
4. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // *Гигиена и санитария*. 2014. № 93 (5). С. 5–10.
5. Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Калинина Н.В., Банин И.М. Гигиенические аспекты мониторинга электромагнитного загрязнения современного жилища // *Гигиена и санитария*. 2016. № 4. С. 32–36.
6. Скипетров В.П. Аэроионы и жизнь. Изд. 4-е, перераб. Саранск: Красный Октябрь, 2011. 136 с.
7. Гурина И.В., Губернский Ю.Д. Воздух в доме и здоровье. СПб.: Веды. Азбука-Аттикус, 2011. 256 с.
8. Лысенко А.В., Таютина Т.В., Недоруба Е.А. Оценка влияния степени аэроионизации воздушной среды на функциональное состояние организма спортсменов // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13491> (дата обращения: 14.04.2019).
9. Посохин И.И., Лобанов Д.В. Оздоровление воздушной среды помещений путем озонирования и аэроионизации воздуха // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология*. 2012. 1. С. 15–20.