

---

## АЭРОИОНЫ И СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

**Т.В. Плетенева, Т.В. Максимова**

Кафедра фармацевтической и токсикологической химии  
Медицинский факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8, Москва, Россия, 117198*

**Н.А. Ходорович**

Кафедра общей патологии и патологической физиологии  
Медицинский факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8, Москва, Россия, 117198*

**А.В. Сыроешкин**

Институт прикладной геофизики  
*ул. Ростокинская, 9, Москва, Россия, 129128*

Исследовано соответствие санитарно-гигиеническим нормам аэроионного состава воздуха рабочих кабинетов, учебных аудиторий и химической лаборатории, в которой проводятся работы с летучими органическими растворителями, а также городской квартиры и загородного дома. Для измерения концентрации аэроионов использовали счетчик «Сапфир 3М». В ходе эксперимента оценивали параметры ионизации воздуха: концентрацию аэроионов обоих зарядов ( $N^+$  и  $N^-$ , ионов/см<sup>3</sup>) и коэффициент униполярности ( $K = N^+/N^-$ ).

За исключением загородного дома, во всех помещениях количество аэроионов не соответствовало нормативным требованиям (СанПиН-2003). Предложено использование дополнительной искусственной ионизации воздуха и принудительной вентиляции в аудиториях и химических лабораториях.

**Ключевые слова:** аэроионный состав воздуха, счетчик аэроионов, среда обитания человека.

Измерение содержания аэроионов имеет большое практическое значение для многих областей науки и техники и для контроля ионного состава воздуха среды обитания человека [1, 2, 3]. В закрытых помещениях при использовании интенсивной механической и химической фильтрации и кондиционирования воздуха содержание аэроионов может снижаться в 10—20 раз и более по сравнению с нормой [4, 5]. При содержании отрицательных ионов  $N^- = 10—50$  частиц/м<sup>3</sup> человек жалуется на головные боли, усталость, головокружение, расстройство дыхания и кожные высыпания. В норме содержание отрицательных аэроионов не должно быть ниже 500 частиц/см<sup>3</sup> [6], а коэффициент униполярности —  $0,4 \leq K \leq 1,0$ . Отрицательные аэроионы оказывают благотворное влияние на организм. Если их содержание находится в норме, то у человека снижается утомляемость, раздражительность, психическое и нервное напряжение [7, 8]. При насыщении атмосферы отрицательными аэроионами, например, вблизи водных источников, особенно при диспергировании воды (водопады, горные реки), улучшается метаболизм, снижается уровень лактата в крови, стабилизируются показатели гомеостаза [9].

Известно, что излучение компьютеров и телевизоров приводит к снижению числа аэроионов и их влияния на бактериальный фон в помещении [6]. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам, действующим на территории РФ [4], содержание аэроионов должно составлять:  $N^- \geq 600$  и  $N^+ \geq 400$  ионов/см<sup>3</sup>, а общий уровень для ионов обеих полярностей не должен превышать 50 000 ионов/см<sup>3</sup>. Оптимальная концентрация ионов, рекомендуемая для снижения чувства усталости и повышения работоспособности, составляет 3000—5000 ионов/см<sup>3</sup> отрицательных и 1500—3000 ионов/см<sup>3</sup> положительных ионов воздуха [4, 6].

Загрязнения от выхлопных труб автомобилей, кондиционирование воздуха, курение сигарет, перенаселенность, статическое электричество от искусственных волокон в коврах и одежде способствуют увеличению содержания положительных ионов [10].

Измерения содержания аэроионов в рабочих кабинетах, учебных аудиториях и химической лаборатории были проведены в Москве, в Юго-Западном административном округе. Здание расположено в 1 км от главной дороги с большим количеством автомобилей. Общий объем воздуха кабинета составил около 53 м<sup>3</sup>, а в аудитории — около 150 м<sup>3</sup>. Рабочие кабинеты оборудованы компьютерами, принтерами, мебелью; в лекционной аудитории были включены ноутбук и видеопроектор. Измерения проводили с 9:00 до 15:00 три раза в неделю в течение одного месяца.

Городская квартира, в которой проводили измерения аэроионного состава, находилась в том же округе. До включения пылесоса и при его работе телевизор и экран компьютера были выключены. Загородный дом расположен в пригородной экологически чистой зоне.

**Материалы и методы.** Для измерения концентрации положительных и отрицательных аэроионов с подвижностью  $A \geq 0,4$  см<sup>2</sup>/В·с использовали счетчик аэроионов «Сапфир 3М» (ООО Янтарь, г. Казань, Россия), который прошел проверку в Федеральном государственном унитарном предприятии (ВНИИФТРИ, Москва). Измерения проводили при 16-кратном усреднении сигналов в пределах 64 секунд. Объем воздуха, прокачиваемый через счетчик аэроионов, составлял 3800 см<sup>3</sup>/с. Условия измерения: температура ( $22 \pm 5$ ) °С, относительная влажность (30÷70)%, атмосферное давление ( $745 \pm 20$ ) мм рт. ст.

В ходе эксперимента оценивали параметры ионизации воздуха: концентрацию аэроионов обоих зарядов ( $N^+$  и  $N^-$ , ионов/см<sup>3</sup>) и коэффициент униполярности ( $K = N^+/N^-$ ).

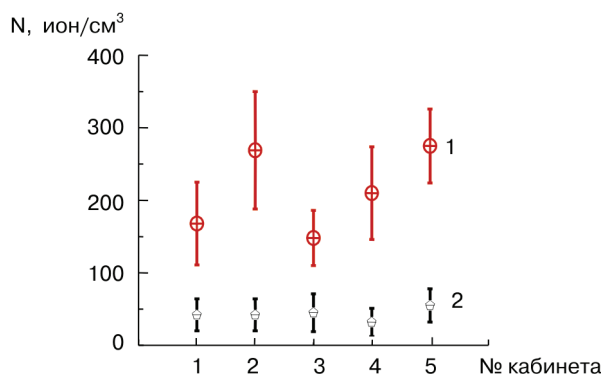
### Результаты и обсуждение

1. *Учебные аудитории и кабинеты.* При исследовании аэроионного состава рабочих кабинетов преподавателей и учебных аудиторий (табл. 1) измерения проводили как во время занятий, так и в нерабочее время, в отсутствие персонала и студентов. Число присутствующих во время измерений  $n = 21 \pm 6$ .

Концентрация аэроионов в учебных аудиториях и кабинетах преподавателей

Помещение, № п/п	Средние значения содержания, ион/см <sup>3</sup>		Коэффициент униполярности ( $0,4 \leq K_{\text{норма}} \leq 1,0$ )
	положительные аэроионы ( $N_{\text{норма}} \geq 400$ )	отрицательные аэроионы ( $N_{\text{норма}} > 600$ )	
№ 1	168	42	4,0
№ 2	269	42	6,4
№ 3	148	45	3,3
№ 4	210	32	6,6
№ 5	275	55	5,0

Как следует из полученных результатов, во всех исследованных помещениях число отрицательных аэроионов было в  $(14 \pm 2)$  раз ниже нормы. Среднее содержание отрицательных аэроионов составляло 43 иона/см<sup>3</sup>, значения положительных ионов воздуха колебалось в интервале от 100 до 350 ионов/см<sup>3</sup> (рис. 1), что также не соответствовало санитарным требованиям.



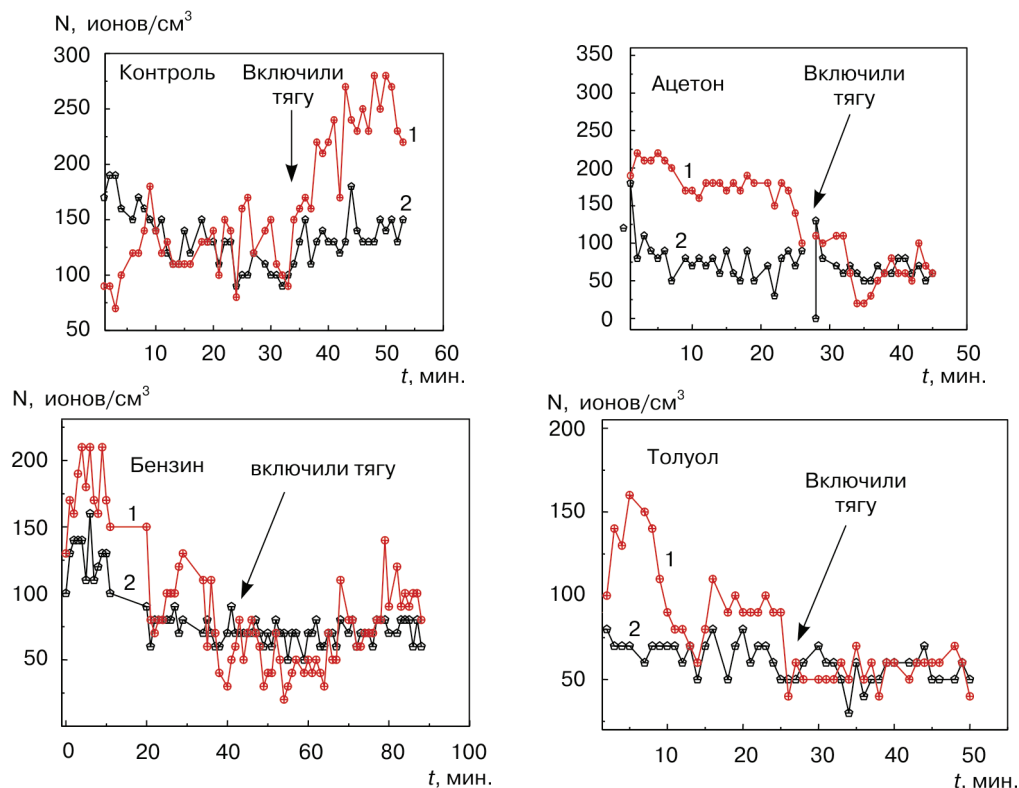
**Рис. 1.** Содержание аэроионов в учебных аудиториях и кабинетах преподавателей:

1 — положительные аэроионы; 2 — отрицательные аэроионы

Рассчитанные коэффициенты униполярности при этом во всех измерениях были выше нормы, т.е. все контролируемые помещения имели вредные условия труда [4].

2. *Химическая лаборатория.* При изучении аэроионного состава воздуха химической лаборатории пространство в вытяжном шкафу с системой принудительной воздушной вентиляции насыщали парами органических растворителей (бензол, толуол и ацетон) и измерения проводили до и после ее включения (рис. 2).

Фоновая кривая, полученная в отсутствие токсичных летучих соединений и без включения системы приточно-вытяжной вентиляции, указывает на несоответствие аэроионного состава воздуха нормативным требованиям ( $K_{\text{ср}} = 1,2$ ) (табл. 2). После включения системы вентиляции наблюдалось постепенное увеличение количества положительно заряженных ионов воздуха, а коэффициент униполярности возрастал до 2,2.



**Рис. 2.** Изменение состава аэроионов при насыщении воздуха летучими органическими растворителями:

1 — положительные аэроионы; 2 — отрицательные аэроионы

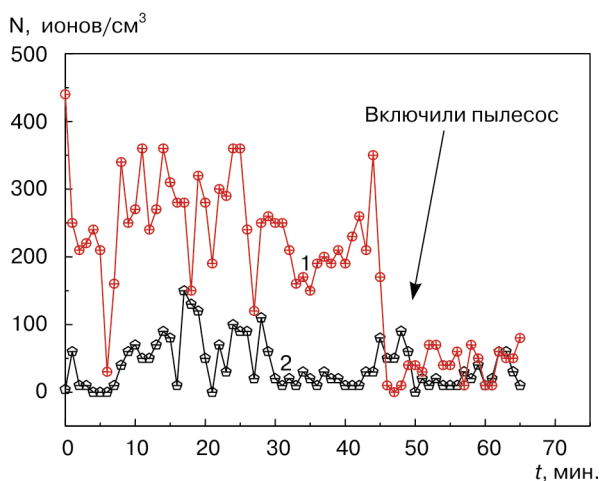
Таблица 2

**Коэффициенты униполярности для воздуха, насыщенного органическими растворителями**

№ п.п.	Газовая фаза в пространстве вытяжного шкафа	Значения коэффициента униполярности $K_{cp.} (K_{min} - K_{max})$	
		до включения вентиляции	после выключения вентиляции
1	воздух (фон)	1,2 (0,9—1,7)	1,6 (1,2—2,2)
2	ацетон	2,6 (1,1—5,0)	1,1 (0,3—2,0)
3	бензол	1,2 (0,4—1,7)	0,9 (0,3—1,8)
4	толуол	1,5 (1,0—2,5)	1,1 (0,7—1,8)

При насыщении воздуха парами органических растворителей число положительных аэроионов не увеличивалось, что может быть связано с образованием кластерных структур при электростатических взаимодействиях положительно заряженных ионов воздуха и центрами повышенной электронной плотности в полярных молекулах ацетона или электронами  $\pi$ -сопряженной системы ароматических колец бензола и толуола. При включении вытяжного шкафа положительные аэроионы, содержание летучих кластеров ацетона, бензола и толуола резко снижались. Число отрицательных аэроионов практически не изменялось в течение эксперимента.

3. Жилые помещения (типовая городская квартира и загородный дом). Содержание аэроионов в городской квартире значительно отличалось от загородного дома. Воздух городской квартиры не соответствовал санитарным нормам по суммарному содержанию аэроионов обоих зарядов, причем наблюдалось заметное преобладание положительно заряженных аэроионов (рис. 3). Среднее значение положительно заряженных аэроионов не превышало  $200 \text{ ион/см}^3$  при норме более  $400 \text{ ион/см}^3$  [4]. Число отрицательных аэроионов отличалось от нормы ( $600 \text{ ион/см}^3$ ) более чем в 10 раз и находилось в интервале  $(30\text{—}150) \text{ ион/см}^3$ . Среднее значение коэффициента униполярности  $K = 26,8$  также не соответствовало нормативным требованиям.



**Рис. 3.** Содержание аэроионов в городской квартире до и после включения пылесоса:

- 1 — положительные аэроионы;  
2 — отрицательные аэроионы

После включения пылесоса для очистки помещения от пыли резко ухудшились исследуемые показатели. Содержание положительных и отрицательных аэроионов снизилось, а значения коэффициентов униполярности, хотя и снизилось, значительно превышало норму ( $K_{\text{ср}} = 5,5$ ). Наблюдаемая картина могла быть связана с адсорбцией аэроионов на наночастицах пыли, поступающих из пылесоса в окружающую среду после прохождения воздуха через HEPA-фильтр [2].

В загородном доме число аэроионов обоих зарядов многократно превысило минимальные значения гигиенических требований к составу воздуха промышленных и общественных помещений (рис. 4). Колебания их числа аэроионов зависело от усиления воздушных потоков при открывании-закрывании дверей и передвижении людей возле счетчика аэроионов. Известно [5], что содержание отрицательных аэроионов в сельской местности может достигать  $2000\text{—}4000 \text{ ион/см}^3$ , а в лесу и на морском побережье  $1000\text{—}5000 \text{ ион/см}^3$ . Таким образом, полученные результаты коррелируют с литературными данными.

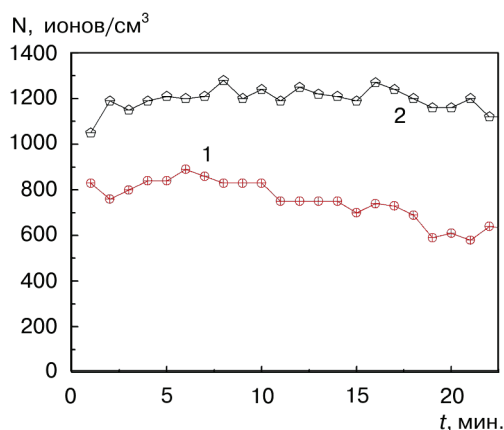


Рис. 4. Содержание аэроионов в загородном доме:

1 — положительные аэроионы;  
2 — отрицательные аэроионы

Результаты исследования показывают, что для достижения стандартных нормативных значений аэроионов в рабочих помещениях необходима дополнительная искусственная ионизация воздуха, а в ряде случаев — мощная приточно-вытяжная вентиляция. Наиболее благоприятная среда обитания человека — загородная экологически чистая зона.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мецержаков А.Ю., Колерский С.В., Федотов Ю.А. Современные средства медико-технического обеспечения мониторинга аэроионного состояния воздуха // Медицинская техника. — 2001. — № 2. — С. 49—53.
- [2] Карпов О.В., Колерский С.В., Журавлев А.В., Колерская С.С. Государственный первичный эталон единиц объемной плотности электрического заряда ионизированного воздуха и счетной концентрации аэроионов // Измерительная техника. — 2011. — № 1. — С. 1—7.
- [3] Сирота Т.В., Сафронова В.Г., Амелина А.Г. и др. Влияние отрицательных аэроионов на органы дыхания и кроветворения // Биофизика. — 2008. — Т. 53. — № 5. — С. 886—893.
- [4] Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1294-03. — Минздрав России. — М., 2003.
- [5] Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН (утв. минздравом СССР 12.02.1980 № 2152-80).
- [6] Meschke S., Smith B.D., Gefter P. et al. The effect of surface charge, negative and bipolar ionization on the deposition of airborne bacteria // J. Appl. Microbiol. — 2009. — Т. 106. — № 4. — P. 1133—1139.
- [7] Shepherd S.J., Begg C.B., Smith C.F. et al. (2010). Effect of negative air ions on the potential for bacterial contamination of plastic medical equipment // BMC Infect. Dis. — 2010. — № 10. — 92.
- [8] Ogungbe A.S., Akintoye H., Idowu B.A. Effects of gaseous ions on the environment and human performance // Trends Applied Sci. Res — 2011. — № 6. — P. 130—133.
- [9] Iwana H. Negative air ions created by water shearing improve erythrocyte deformability and aerobic metabolism // Indoor Air. — 2004. — Т. 14. — № 4. — P. 293—297.
- [10] Laza V. Enhancing the Human Reactivity by Using the Negative Air Ions Generators // IFMBE Proceedings. — 2009. — № 26. — P. 152—156.

## **AIR IONS AND HUMAN ENVIRONMENT**

**T.V. Pleteneva, T.V. Maksimova**

Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya Str., 8 Moscow, Russia, 117198*

**N.A. Khodorovich**

Department of General Pathology and Patho-Physiology  
Peoples' Friendship University of Russia.  
*Miklukho-Maklaya Str., 8, Moscow Russia, 117198*

**A.V. Syroeshkin**

Research Institute of Applied Geophysics n.a. E.K. Fedorov  
*Rostokinskaya Str., 9, Moscow, Russia, 129128*

Conformity to hygienic air ion formula of working offices, classrooms and chemistry laboratory in which the work with volatile organic solvents are conducted, as well as to a city apartment and a country house is investigated. Concentration of air ions was measured using the counter «Sapphire 3M». Parameters of the air ionization: concentration of ions of both charges ( $N$  and  $N^-$ , ions/cm<sup>3</sup>) and unipolarity coefficient ( $K = N/N^-$ ) were evaluated. The quantity of air ions did not correspond to sanitary and hygienic standards in all areas except of a country house. Additional artificial air ionization and ventilation in classrooms and chemistry laboratories offered to use.

**Key words:** air ion formula, ions counter, human environment.