



**Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное
образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический
университет»**

Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования

Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность подготовки «Экологический мониторинг»

Кафедра «Гидробиология и общая экология»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Аэроионный состав помещений как
микроклиматический показатель**

Работа выполнена студентом группы
ДБЭЭМ - 21
Кошкаровой Еленой Евгеньевной

Научный руководитель работы д.б.н.,
профессор
Волкова Ирина Владимировна

Нормоконтролер к.б.н., доцент Мельник Ирина Викторовна

Допущена к защите «__» _____ 20__ г.

(подпись)

Заведующий кафедрой _____ Зайцев В.Ф.
(подпись)

Астрахань - 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
1.1. Классификация аэроионов.....	6
1.2. Аэроионы и среда обитания.....	10
1.3. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха.....	14
1.4. Физиологическое действие аэроионов.....	17
1.4.1. Пути влияния аэроионов на организм человека.....	17
1.4.2. Аэроионы и здоровье.....	18
1.4.3. Аэроионы и старение организма.....	24
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	27
2.1. Характеристика мест и условий исследования.....	27
2.2. Описание работы счетчика ионов «Сапфир- Зк».....	29

2.2.1 Назначение и технические данные	29
2.2.2. Общее устройство и работа.....	30
2.3. Описание работы дозиметра-радиометра «ДБГ-04А».....	33
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	
3.1. Оценка концентрации положительных и отрицательных аэроионов в различных аудиториях учебного заведения.....	36
3.2. Оценка концентрации положительных и отрицательных аэроионов в жилом помещении	41
3.3. Оценка зависимости концентрации положительных и отрицательных аэроионов от условий эксплуатации помещения	42
3.4. Рекомендации по поддержанию необходимого аэроионного состава воздуха внутри помещений.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
ВЫВОДЫ.....	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Гигиеническое значение факторов окружающей среды определяется их влиянием на здоровье, работоспособность и самочувствие человека. С этой точки зрения ионизация воздуха, относящаяся к микроклиматическим факторам, имеет большое значение. Степень воздействия этого фактора в обычных условиях жизни и деятельности человека может быть различной и проявляться не только в виде самостоятельного влияния аэроионизации на организм, но и в совокупности действия с другими физическими и химическими факторами (Гуськов А.С., 2005).

Еще в 1920-е гг. было выдвинуто предположение, что качество воздуха в значительной степени связано с уровнем его ионизации, которая играет существенную роль при гигиенической оценке воздушной среды как в помещениях, так и в природных условиях (Милова Л.Н., 2004). Одной из причин воздушного дискомфорта в закрытых и, в частности, кондиционируемых помещениях является изменение ионного режима в них по сравнению с исходным первичным атмосферным воздухом (Губернский Д.Ю., Лицкевич В. К., 1991).

Большинство авторов, занимающихся проблемой ионизации воздуха, считают аэроионный режим важным критерием качества атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений, что подтверждается большим числом наблюдений, свидетельствующих об определенной зависимости между уровнями ионизации воздуха и функциональным состоянием организма человека; тем более что концентрация ионов во вдыхаемом воздухе ниже минимально необходимых и выше максимально допустимых уровней создают угрозу здоровью

человека (Севостьянов В. А., 2012). В присутствии людей в замкнутых объемах происходит снижение содержания легких аэроионов. Длительное пребывание человека в такой окружающей среде может влиять на его самочувствие, работоспособность, здоровье. Таким образом, важной является проблема формирования аэроионного режима при создании качественной воздушной среды в помещениях различного назначения (Черный К.А., Храмов А.В., 2010). Следует отметить, что проблема обеспечения полного воздушного комфорта человека в помещении, по сравнению, например, с проблемой обеспечения теплового комфорта, изучена недостаточно (Черный К.А., 2012).

Автором основных работ в области воздействия на организм аэроионов является русский ученый профессор А.Л. Чижевский (Курников А.С., 2005). Ему принадлежат многочисленные труды о биологическом действии и медицинском применении аэроионизации, а также установлении явления оживления кислорода воздуха при помощи аэроионов и их влияния на организм.

Вышеизложенное и определило актуальность проведения исследования уровней ионизации воздушной среды закрытых помещений с целью выявления факторов, влияющих на их количество. Было решено выявить зависимость аэроионного состава помещений от влияния технического оборудования, так как известно, что технические приборы с электронно-лучевыми трубками, например видеодисплейные терминалы, другие виды оргтехники, телевизоры, системы вентиляции и кондиционирования воздуха способствуют деионизации (Петрякова О.Д., Алексеев И.С., 2009) и от радиационной

обстановки в помещении, в связи с тем, что аэроионы образуются под влиянием радиоактивного излучения почвы, космических лучей, электрических зарядов грозы (Скипетров В.П., 2005).

Целью данной работы являлась оценка аэроионного состава воздуха закрытых помещений различного назначения и его зависимость от различных факторов.

Задачи:

1. Оценить концентрацию положительных и отрицательных аэроионов в различных аудиториях учебного заведения.

2. Оценить концентрацию положительных и отрицательных аэроионов в жилом помещении.

3. Выявить зависимость концентрации положительных и отрицательных аэроионов от условий эксплуатации помещения.

4. Предложить рекомендации по поддержанию необходимого аэроионного состава воздуха помещений.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Классификация аэроионов

В настоящее время при решении проблем обеспечения оптимальных, физиологически благоприятных условий на объектах с искусственной средой обитания, особую важность и актуальность приобретают вопросы контроля аэроионного состояния воздушной среды (Мещеряков А. Ю., Федотов Ю. А., 1998). Большинство авторов, занимающихся проблемой ионизации воздуха, достаточно высоко оценивают значение ионизации для здоровья и самочувствия человека, считая аэроионный режим важным критерием качества атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений. (Милова Л. Н., 2004).

Одним из первых об аэроионном составе воздуха представил свои научные исследования гениальный ученый гигиенист Казанского императорского университета в 1878 году Иринарх Полихрониевич Скворцов (Иванов А.В. с соавт., 2015). Большое место в его трудах отведено

электродинамическому состоянию воздуха, т.е. атмосферному электричеству. В 1899 году немецким физикам Хансу Гейтелу и Джулиусу Эльстеру удалось выявить, что электропроводимость воздуха зависит от постоянного присутствия в нем особых электрических частиц, названных атмосферными ионами или аэроионами (Исаевич А. Г., Трушкова Н. А., 2011). Одной из причин отрицательного влияния на самочувствие и здоровье людей воздуха неблагоустроенных городов и закрытых помещений служат неблагоприятные изменения его электрических свойств. Однако задолго до этого открытия М.В. Ломоносов в России и Б. Франклин в США установили наличие целого ряда электрических явлений в атмосфере, объединенных в понятие атмосферного электричества. М.В. Ломоносов в 1753 году в «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» дал блестящий анализ атмосферных электрических явлений, показал электрическую сущность грозы (молнии, грома) и на основании собственных наблюдений установил, что электрические силы действуют в атмосфере не только во время грозы, но и при ясной, безоблачной погоде. После первых исследований М.В. Ломоносова и Б. Франклина явления, происходящие в атмосфере, стали предметом более или менее систематического изучения, причем все внимание исследователей было сосредоточено на изучении электрического поля Земли. Только к концу XIX столетия физики подошли вплотную к решению вопроса о причинах, определяющих существование электрического поля атмосферы, установив, что некоторая часть окружающего нас

воздуха находится в ионизированном состоянии (Шевченко Е.В., Коржуев А. В., 2010).

Автором основных работ в области воздействия на организм аэроионов является русский ученый профессор А.Л. Чижевский (Курников А.С., 2005). Ему принадлежат многочисленные труды о биологическом действии и медицинском применении аэроионизации, а также установлении явления оживления кислорода воздуха при помощи аэроионов и их влияния на состояние крови, частоту пульса, давление крови, функции дыхания, на нервную систему, эндокринные железы, общую динамику организма и обмен веществ. Он впервые установил, что животные в профильтрованном через ватный тампон воздухе заболевают и погибают именно вследствие отсутствия аэроионов. Если же после фильтрации воздух снабдить отрицательными аэроионами, то животные чувствуют себя удовлетворительно (Курников А.С., 2005).

Аэроионы - это мельчайшие комплексы атомов или молекул, несущие положительный или отрицательный заряд. Отрицательные аэроионы образуются в результате захвата свободных электронов какой-либо нейтральной молекулой газов воздуха. Легче всего образуются отрицательные аэроионы кислорода, так как периферическая оболочка кислорода имеет 6 электронов и стремится приобрести устойчивость путем присоединения двух экзогенных электронов, что определяет превращение нейтральной молекулы этого газа в отрицательный аэроион молекулярных размеров. Аэроионы воздуха могут присоединять к себе несколько других подобных аэроионов или

нейтральных молекул, образуя при этом комплексы с отрицательным или положительным зарядом, называемые легкими аэроионами. Последние, адсорбируясь на мельчайших жидких или твердых частицах воздуха, преобразуются в тяжелые (Плеханова Ю. М., 2011).

По данным А. Krüger (1958) в процессе ионизации воздуха молекулы диоксида углерода (CO_2) заряжаются положительно, а молекулы кислорода-отрицательно (Бушунова Н. Л., 2005).

Возможность инструментального обнаружения аэроионов обусловила тот факт, что основным параметром дифференциации разных аэроионов является их электрическая подвижность. Распределение аэроионов по электрической подвижности происходит иначе, спектр аэроионов описывает электрические свойства воздушной среды и содержит информацию о наличии в нем газовых и аэрозольных примесей. Длительное время считалось целесообразным разделение аэроионов на легкие аэроионы с подвижностью выше $0,1-0,5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, тяжелые аэроионы с подвижностью ниже $0,01-0,05 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, между ними расположены средние промежуточные ионы. Представленные выше границы классов ионов, скорее всего, имеют гипотетически условные значения, в особенности граничные подвижности средних промежуточных аэроионов (Черный К.А., Храмов А.В., 2014).

Различного рода ионизирующие излучения, взаимодействуя с молекулами воздуха, «выбивают» из них электроны, на молекуле остается положительный заряд, а электрон захватывается другой молекулой электроотрицательного газа и заряжает ее отрицательно. В первый момент после ионизации молекул в воздухе образуются

элементарные или молекулярные ионы (молионы). Подвижность молионов составляет величину более $3-5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.

После образования молионов в воздухе практически одновременно происходит рекомбинация ионов, перезарядка ионов, их гидратация, приводящая к образованию гидратных ионных комплексов, а также протекают иные вторичные ион-молекулярные реакции. В кинетике формирования аэроионов значительную роль играют молекулы водяного пара, содержащиеся в обычном воздухе в большом количестве и обладающие довольно высоким дипольным моментом в поле молиона. В силу этого, молионы за время порядка $\sim 10^{-4}-10^{-3} \text{ с}$ присоединяют молекулы водяного пара и превращаются в гидратированные ионные комплексы или комплексные ионы (также называемые другими исследователями кластерными ионами), состоящие из заряженного ядра (молиона) и оболочки из преимущественно одного слоя, в крайнем случае - двух слоев, молекул водяного пара.

В дальнейшем молионы и комплексные аэроионы могут сорбироваться взвешенными в воздухе аэрозольными частицами, образуя сложные ионы. Разграничение между комплексными и сложными аэроионами приходится на граничное значение электрической подвижности $0,5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, что согласуется с материалами наблюдений. Сложные ионы предложено подразделять на конденсационные и аэрозольные. Сложные аэрозольные ионы - это аэрозольные частицы с «приобретенным» зарядом, возникающие при столкновении и прилипанию молионов и комплексных ионов к нейтральным частицам аэрозоля. (Черный К.А., 2011).

Переходным классом между комплексными аэроионами и аэрозольными ионами служит класс так называемых средних промежуточных ионов, при этом диапазоны подвижности разных классов частично перекрываются. Подвижность указанных средних промежуточных ионов находится в пределах $0,01-0,5 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что указанные ниже границы классов ионов имеют условные значения (Черный К.А., Храмов А.В., 2014).

В классе легких (small) аэроионов следует различать элементарные (молекулярные) ионы подвижностью более $3-5 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$, образованные непосредственно действием того или иного вида ионизирующих излучений и комплексные ионы. Комплексные ионы, в свою очередь, делятся на первичные комплексные ионы, образованные в результате гидратации молекулярных ионов, средней подвижностью $1-3 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$, и вторичные комплексные ионы, образованные в результате ион-молекулярных реакций молионов и первичных комплексных ионов, подвижностью в пределах от $0,5$ до $1 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$.

Молионы и комплексные аэроионы могут сорбироваться взвешенными в воздухе аэрозольными частицами, образуя сложные ионы, относящиеся к классу средних промежуточных (intermediate) аэроионов (конденсационные аэроионы) и к классу тяжелых (large) аэроионов (аэрозольные ионы).

В классе средних промежуточных (intermediate) аэроионов следует различать сложные конденсационные ионы подвижностью $0,3-0,5 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$, образованные в результате ион-индуцированной нуклеации на молионах и комплексных ионах, и кластерные ионы подвижностью $0,01-0,5 \text{ см}^2/(\text{В}^*\text{с})$,

образованные в результате прилипания комплексных ионов к нейтральным ионным парам.

В классе тяжелых (large) аэроионов следует различать сложные аэрозольные ионы подвижностью от бесконечно малой до $0,01 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, образованные при столкновении и прилипании молекул и комплексных ионов к нейтральным частицам аэрозоля (Черный К.А., 2011).

1.2. Аэроионы и среда обитания

Основным источником образования ионов на планете является ионосфера Земли, а на поверхности Земли - грозы, лес, океан, другие водоемы, радиоактивные излучения и т.п. Без аэроионов жизнь на планете в современной ее форме была бы невозможна. Биосфера тесно связана с космосом. Потоки энергии, поступающие к Земле, создают условия, обеспечивающие жизнь. Это воздействие сказывается в ходе физико-химических превращений, происходящих во всех биологических системах, и проявляются в значительном изменении активности живых существ. Магнитное поле и озоновый экран защищают планету от космических излучений и интенсивной солнечной радиации. Каждую секунду на площадку в 1 м^2 через границу земной атмосферы из космоса в направлении земной поверхности влетают более 10000 заряженных частиц, движущихся со скоростями, близкими к скорости света. Это космические лучи. В космическом пространстве в результате сложнейших ядерных реакций образуются, в частности, гамма-кванты, которые, вторгаясь в земную атмосферу, порождают, порождают в ней каскады вторичных частиц и фотонов - атмосферные «ливни».

Ионизаторами газов (в том числе, и воздуха) могут быть: электроны, альфа-частицы, электромагнитные волны видимого диапазона, частот, рентгеновские лучи, ультрафиолетовое излучение. Другими источниками ионизации могут быть гамма-излучения и радиоактивный газ радон (Шумилин В.К., 2014).

Однако, различные вредные экологические факторы приводят к резкому сокращению аэроионов в воздухе и к увеличению вредных, тяжелых, положительно заряженных ионов пыли, газов и т.п. (Дрожжина Н.А. с соавт., 2003).

Человеческий организм физически и психологически более приспособлен к естественным условиям. Следовательно, можно предположить, что внутри помещения необходимо иметь такой же аэроионный режим, что и снаружи в биологически благоприятных для жизнедеятельности человека природных воздушных средах (Черный К.А., Храмов А.В., 2010).

Наружный воздух всегда более или менее насыщен легкими аэроаионами обеих полярностей вследствие постоянного распада веществ, находящихся в почве и воде (Мариненко А. В., 2010). Чистый воздух вне зданий из-за наличия естественной радиоактивности содержит до 1 тыс. аэроаионов в 1 см³. Воздух на улицах крупных городов обеднен отрицательными ионами, здесь их меньше 300 в 1 см³. В помещениях устанавливается устойчивый минимум около 20... 50 в 1 см³ (Сторчевой В. Ф. с соавт., 2008). Если ионизация атмосферы и ее изменения при воздействии тех или иных факторов достаточно хорошо изучены, то состав аэроаионов в помещениях, особенно при искусственной обработке и подаче воздуха, остается недостаточно изученным. Одними из первых

по этой проблеме были наблюдения А. П. Соколова (1904), С. Р. Яглоу (1936), А. А. Минха (1936), которые показали, что в присутствии людей в замкнутых объемах происходит снижение содержания легких аэроионов, тем более интенсивное, чем больше в помещении людей. Причиной убыли легких ионов является поглощение их в процессе дыхания, адсорбции поверхностями, а также превращение части легких ионов в тяжелые вследствие оседания на материальных частицах, взвешенных в воздухе. Был разработан электрический показатель чистоты воздуха — соотношение тяжелых и легких аэроионов (Губернский Д.Ю., Лицкевич В.К., 1991).

Металлические и пластмассовые изделия удаляют из воздуха отрицательно заряженные ионы. Большое количество мелких частиц, например, сигаретный дым, может удалить легкие ионы, предоставляя им поверхность для конденсации. Табачный дым сильно ухудшает аэроионный режим помещения, сокращая количество легких аэроионов. В помещении площадью около 40 м² при слабой вентиляции происходит уменьшение концентрации легких аэроионов. Так, при двух выкуренных сигаретах концентрация легких аэроионов в воздухе помещения снижается в два раза (Сторчевой В. Ф. с соавт., 2008).

Также, в современных зданиях, как правило, для поддержания нормируемых параметров воздушной среды используются системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Они способны в целом решить проблему очистки воздуха и поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях. При этом, опять же, подвергаясь фильтрации и проходя по протяженным вентиляционным

воздуховодам, атмосферный воздух теряет ионы и озон (Полосин И.И., Лобанов Д.В., 2012). Деионизированный и деозонированный воздух лишен естественных природных свойств, ощущения чистоты и свежести, которое и определяется присутствием в нем аэроионов и озона – активных форм кислорода (АФК), естественных энергоносителей воздуха (Чижевский Л.А., 1969). Установлено, что воздух, проходя через фильтры очистки, металлические воздуховоды и другие элементы вентиляционных систем, теряет до 90 % легких аэроионов (Чижевский Л.А., 1960).

Н. Ф. Вернигоров (1968), изучив влияние искусственной вентиляции на ионизацию воздуха, установил следующее: после прохождения наружного воздуха через увлажнители, число аэроионов увеличивается по сравнению с наружным воздухом; при увлажнении преобладают легкие аэроионы; после прохождения воздуха через вентиляционные установки без увлажнения и очистки водой содержание аэроионов уменьшается.

Поэтому рекомендуется измерять аэроионный состав в рабочих помещениях, воздушная среда которых подвергается специальной очистке или кондиционированию; при наличии производственных источников ионизации воздуха (УФ-излучатели, плавка и сварка металлов); при эксплуатации оборудования и использовании материалов, способных создавать электростатические поля, применении аэроионизаторов и деионизаторов (Прокопенко Л. В. с соавт., 2007).

Изменение температуры воздуха не оказывает существенного влияния на концентрацию ионов. В результате эксперимента, описанного в работе

Р. Ф. Афанасьевой (1960), состоявшего из двух этапов: нагрев воздуха в калорифере и нагрев за счет теплообмена с другим потоком воздуха через стенку, установлено, что увеличение числа аэроионов после нагревателя связано не с температурным фактором, а с явлением выхода электронов с поверхности материала нагревательного элемента. Увеличение температуры воздуха в помещении при работе системы отопления способствует повышению концентрации легких аэроионов. Но данный эффект вызван не температурой воздуха, а её косвенным воздействием на строительные материалы ограждающих конструкций (Марченко В. Г., 2015).

Известно, что излучение компьютеров и телевизоров приводит к снижению числа аэроионов в помещении (Meschke S. С соавт., 2009). А загрязнения от выхлопных труб автомобилей, кондиционирование воздуха, курение сигарет, перенаселенность, статическое электричество от искусственных волокон в коврах и одежде способствуют увеличению содержания положительных ионов (Плетенева Т. В. с соавт., 2012).

1.3. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха

Аэроионный баланс воздуха является неотъемлемым показателем, характеризующим безопасность воздушной среды помещений. Санитарные правила устанавливают требования к аэроионному составу воздуха производственных и

общественных помещений, где может иметь место аэроионная недостаточность или избыточность аэроионов, включая:

- герметизированные помещения с искусственной средой обитания;
- помещения, в отделке и (или) мебелировке которых используются синтетические материалы или покрытия, способные накапливать электростатический заряд;
- помещения, в которых эксплуатируется оборудование, способное создавать электростатические поля, включая видеодисплейные терминалы и прочие виды оргтехники;
- помещения, оснащенные системами (включая централизованные) принудительной вентиляции, очистки и (или) кондиционирования воздуха;
- помещения, в которых эксплуатируются аэроионизаторы и деионизаторы;
- помещения, в которых осуществляются технологические процессы, предусматривающие плавку или сварку металлов.

Воздух современных квартир содержит 50-100 ионов/см³, а при наличии компьютеров, телевизоров, да и вообще любых электрических устройств, и вовсе стремится к нулю. В воздухе современных городов спасительных «витаминов воздуха» - отрицательных аэроионов от 100 до 500 при оптимальном уровне от 3000 до 5000 ионов/см³ (Полосин И.И., Лобанов Д.В., 2012).

С 2003 года в Российской Федерации введены в действие новые «Гигиенические требования к аэроионному составу

воздуха производственных и общественных помещений». В соответствии с этим концентрация аэроионов в помещении нормируется (Черный К.А., 2012).

Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются:

- концентрации аэроионов (минимально допустимая и максимально допустимая) обеих полярностей r^+ , r^{-} определяемые как количество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³).

- коэффициент униполярности U (минимально допустимый и максимально допустимый), 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, отклонения от которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека.

Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, r (ион/см ³)		Коэффициент униполярности U
	положительно	отрицательно	

	й полярности	й полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq Y < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50000$	$\rho^- \leq 50000$	

В зонах дыхания персонала на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды оргтехники) допускается отсутствие аэроионов положительной полярности.

В лечебных целях могут применяться другие показатели аэроионного состава воздуха, если это предусмотрено утвержденными в установленном порядке методиками лечения или применения аэроионизаторов.

Контроль аэроионного состава воздуха осуществляется в следующих случаях (СанПиН 2.2.4.1294-03):

- в порядке планового контроля не реже одного раза в год;
- при аттестации рабочих мест;
- при вводе в эксплуатацию рабочих места в помещениях
- при вводе в эксплуатацию оборудования, либо материалов, способных создавать или накапливать электростатический заряд (включая видеодисплейные терминалы и прочие виды оргтехники);
- при оснащении рабочих места аэроионизаторами или деионизаторами.

Проведение контроля аэроионного состава воздуха помещений следует осуществлять непосредственно на рабочих

местах в зонах дыхания персонала и в соответствии с утвержденными в установленном порядке методиками контроля.

Также к нормативным документам в области требований к аэроионному составу воздуха относятся:

- МУК 4.3.1675-03 "Общие требования к проведению контроля аэроионного состава воздуха".
- МУ 4.3.1517-03 "Санитарно-эпидемиологическая оценка и эксплуатация аэроионирующего оборудования".

1.4. Физиологическое действие аэроионов

1.4.1. Пути влияния аэроионов на организм человека

Основными механизмами ответных реакций организма на воздействие аэроионов являются нервно-рефлекторный, электрогуморальный, адаптационный и катализирующий. Все эти механизмы запускаются воздействием зарядов и перераспределением электронов между атомами, молекулами и клетками организма с поглощением или выделением энергии связи, с образованием новых молекулярных соединений, при этом регулятором протекающих в организме процессов являются нервная и иммунная системы и мозг (Колерский С.В., Балаханов М. В., 2006).

Поддерживая мнение П. Бертолона (1780), А. Л. Чижевский также считал (1930), что аэроионы действуют на организм двумя путями - через кожу и лёгкие. Бомбардируя кожу, аэроионы повышают её газообмен, активируют различные рецепторы и меняют её электростатический заряд.

Однако на долю кожи человека приходится менее 1% газообмена, поэтому поступление аэроионов в организм таким путём крайне мало и не может существенно влиять на кислородный баланс организма. Но они раздражают рецепторы кожного покрова, расширяют капилляры, меняют трофику кожи и усиливают рост волос. Действие отрицательных аэроионов кислорода на кожу А. Л. Чижевский назвал внешним электрообменом (Скипетров В.П., 2005).

Однако главным путём благотворного влияния отрицательных аэроионов кислорода А. Л. Чижевский (1930) считал легкие, где осуществляется внутренний электрообмен между электрической системой воздуха и электростатической системой организма. Поверхность альвеол лёгких у взрослого человека составляет около 100 м², что в 50 раз превышает поверхность тела. По этой громадной территории течет кровь, отделённая от альвеолярного воздуха всего двумя слоями клеток - эндотелием кровеносных капилляров и клеток стенок альвеол. Ведущую роль в газообмене играют эритроциты, суммарная поверхность которых равна 3000 м², т.е. в 1500 раз больше поверхности тела. Диаметр капилляров лёгких так мал, что позволяет эритроцитам проходить только поодиночке, заставляя их соприкасаться со своими стенками. Это способствует газообмену и даёт возможность эффективнее использовать поверхность красных кровяных телец (Скипетров В.П., 2011).

Отрицательные аэроионы кислорода, как и молекулярный кислород, проникают в кровь путём диффузии. Он считал, что система воздух-кровь является самой ответственной системой общения организма с окружающей воздушной средой, определяющей организменный электрообмен.

Ещё в 1924 г. А. Л. Чижевский (1930) установил, что некоторая часть отрицательных аэроионов кислорода оседает на стенках дыхательных путей. Однако 80% из них достигает альвеол, где совершается газообмен. Заряжая электроотрицательно стенки воздухоносных путей, отрицательные аэроионы кислорода отталкиваются от них и легче достигают альвеолярных мешочков. Одновременно они раздражают рецепторы этих путей и благотворно влияют на тонус центральной нервной системы, в частности на дыхательный центр, что проявляется углублением и урежением дыхания, а также усилением газообмена в лёгких. При дыхании воздухом с избытком отрицательных аэроионов кислорода поглощение кислорода увеличивается на 20%, а выделение углекислоты - на 14,4%. Положительные аэроионы вызывают противоположный эффект (Норман Г. Э., 2001).

1.4.2. Аэроионы и здоровье

Здоровье человека, повышение качества его жизни, формирование личности являются целью развития любого цивилизованного общества. В условиях глобального экологического кризиса проблема влияния внешней среды на здоровье человека стала архиактуальной. У всех живых существ наблюдается тесная связь с воздухом, не зря врачи древности называли "воздух - пастбищем жизни" и проводили лечение больных воздухом на специальных площадках, называемых "аэрариями" (Чинкин А.С., с соавт. 2007). Такие сложные состояния человека, как утомляемость, нарушение сна, раздражительность и многие другие на самом деле могут провоцироваться вполне конкретными факторами среды обитания и, прежде всего, состоянием важнейшего субстрата

жизни, каким является воздух (Варехов А. Г., 2014). По данным НИИ нормальной физиологии (Судаков К.В., 2001), до 80% работающих на современных производствах имеют патологические изменения различной выраженности. Воздух в помещениях содержит столько же кислорода, однако биологически он не активен. В нем отсутствует “нечто”, необходимое организму и дающее ему бодрость и здоровье. Этим “нечто” является атмосферное электричество, а точнее - его носители, ионы газов или аэроионы (Чинкин А.С., с соавт. 2007). Известно, что люди, подолгу работающие или живущие в помещениях с кондиционерами, болеют чаще. Оказалось, что благотворные природные аэроионы застревают в фильтрах кондиционеров, и воздух получается хотя и чистый, но «мертвый». Для улучшения здоровья людей, в санитарных нормах предусмотрен пункт о необходимости использования для каждого кондиционера еще и аэроионизатор (Котов А.В., Турубаров В.Л., 2004).

Высока концентрация положительного ионного смога около экранов телевизоров, мониторов компьютеров (Антощук С.Г. с соавт., 2009). Они проникают в легкие, и альвеолы легких покрываются слизью, слипаются. Это подтверждено недавними исследованиями израильских ученых (Симкина В.Е., 2013). Часто офисы и компьютерные залы оснащают ионизаторами Чижевского. Людям, которые проводят у экранов компьютеров и телевизоров много времени, дышать аэроионами крайне необходимо (Котов А.В., Турубаров В.Л., 2004).

Действие аэроионов на организм изучено давно. Ионизированный воздух существенно влияет на функциональное состояние организма. Это воздействие может

быть положительным и отрицательным, что зависит от концентрации ионов, их электрического заряда, качественного состава, подвижности и продолжительности воздействия аэроионного фактора. Чрезмерная ионизация атмосферы с большим преобладанием положительных ионов у многих людей вызывает головную боль, повышение артериального давления, повышенную негативную возбудимость нервной системы, ухудшение внимания, памяти, сна, способствует развитию переутомления и депрессии. Это случается при сильных ветрах (Щеткин Ю. Ю., 2015).

Следствиями нарушения оптимального ионного баланса в воздухе, которым мы дышим, являются (Полосин И.И., Лобанов Д.В., 2012):

- Дистрофия и атрофия органов и тканей человека.
- Нарушение окислительно-восстановительных процессов в тканях человека и ослабление защитных сил организма.
- Отрицательное влияние на состав и физико-химические свойства крови.
- Нарушение белкового, углеводного и водного обмена веществ.
- Преждевременное старение организма.
- Различные заболевания дыхательных путей, центральной и периферической нервной и эндокринной системы.
- Снижение способности к восстановлению сил и устойчивости к инфекциям и аллергии.
- Снижение скорости зрительных и слуховых реакций: умственной и физической работоспособности.

- Утомляемость, вялость, головная боль, снижение внимания и синдром хронической усталости.
- Раздражительность, снижение сопротивляемости стрессовым и депрессивным состояниям.

Согласно современным концепциям, легкие отрицательные аэроионы оказывают неспецифическое адаптогенное влияние, проявляющееся в повышении устойчивости организма к действию различных эндо- и экзогенных факторов. Адаптогенное действие реализуется на физико-химическом, биохимическом и физиологическом уровнях и индуцируется процессами химического взаимодействия входящих в состав легких отрицательных аэроионов активных форм кислорода с сенсорными нейрорецепторами кожи и слизистой оболочки носовой полости (Гольдштейн Н. И., 2002).

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 (Плетенева Т. В. с соавт., 2012). Аэроны ускоряют движение ресничек мерцательного эпителия слизистой оболочки трахеи и бронхов, способствуют скорейшему очищению дыхательных путей человека от слизи и пыли, влияют на физиологические свойства и морфологический состав крови, на различные обменные процессы, на интенсивность легочного газообмена и тканевого дыхания, на функциональные свойства нервно-мышечного аппарата. Они оказывают регулирующие и тонизирующее действие на центральную нервную и особенно

вегетативную систему, расширяют сосуды, улучшают обмен веществ, нормализуют артериальное давление крови, благоприятно действуют при повышенной возбудимости (аллергических состояниях), а также способствуют выведению из организма радионуклидов. При этом стимулируется белковый, углеводный, водный обмен, синтез витаминов группы В и С; стабилизируется уровень кальция и фосфора крови, снижается сахар в крови, улучшается микроциркуляторное кровообращение (Шумилин В.К., 2014). Отрицательные аэроионы кислорода снижают содержание малонового диальдегида (МДА) в эритроцитах и плазме крови, стабилизируют активность каталазы (кат) в эритроцитах и плазме (Зорькина А.В., 2001), оказывают иммунокорригирующее действие (Машнина Н. Н., 2000). Механизм первичного действия отрицательных аэроионов кислорода (ОАИК) представляет собой мягкую активацию процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Увеличение же концентрации активных форм кислорода в пределах физиологической нормы оказывает стимулирующее влияние и не вызывает патологических последствий (Дикова О. В, 2009).

Многолетние исследования А.Л. Чижевского доказали, что в стерильном, профильтрованном, лишенном ионов воздухе живые организмы заболевают и гибнут (Леконцева А. В., Игнатов Т. М., 2012). Исследования А.А. Минха, изучавшего влияние ионизации воздуха на работоспособность спортсменов, показали, что ионизированный в основном отрицательными ионами воздух значительно повышает работоспособность, улучшает функциональное состояние центральной нервной системы, общее самочувствие, сон, аппетит, вестибулярную

адаптированность, повышает показатели мышечной силы и выносливости к статической и динамической работе, ускоряет восстановительные процессы (Щеткин Ю. Ю., 2015).

Установлено, что целебные аэроионы, проникая в легкие человека, заряжают кровь, делают клетки и ткани организма более стойкими, т.е. повышают иммунитет. При вдыхании аэроионов легкие как бы расправляются. Приступы у больных астмой становятся реже и легче переносятся, не так мучает одышка. Нагрузка на сердце снижается, тромбы рассасываются, к тому же аэроионы улучшают сон, дают заряд бодрости, жизнерадостности.

В Институте педиатрии РАМН отмечено быстрое улучшение самочувствия у детей, страдающих респираторной и кожной аллергией, выявлено положительное воздействие ионизированного воздуха на новорожденных. Дети легче адаптируются к изменяющимся условиям внешней среды, у них снижается уровень тревоги, раздражительности. Если воздух ионизирован, дети дольше не устают, показатели крови у них нормализуются, повышается аппетит, улучшается сон. И главное – для лечения уже не требуется столь много лекарств. Важные результаты получены в Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии. В герметичной камере, куда подавался обычный воздух, у подвергшихся жесткому стрессу подопытных животных вскоре образовывались язвы желудка, кровяное давление подпрыгивало от 120 до 160. В другой камере, где воздух ионизировался, давление у животных оставалось стабильным, хотя они подвергались столь же жестокому стрессу (Котов А.В., Турубаров В.Л., 2004).

Результаты исследований, проведенных кафедрой госпитальной педиатрии СамГМУ и Научным Центром здоровья детей РАМН, свидетельствуют о благоприятном влиянии биоуправляемой АИТ на функциональное состояние вегетативной нервной, дыхательной, иммунной систем, совершенствовании психологических процессов. Коррекция функциональных отклонений у детей, часто болеющих острыми респираторными заболеваниями, позволяет снизить частоту и длительность течения ОРЗ (Жирнов В. А. с соавт., 2009).

При изучении морфофункционального состояния тканей и заживления ран кожи и кишки при традиционной терапии (контроль) и с включением аэроионотерапии (опыт) (время аэроионизации - 1,5 часа, интенсивность - 500 тысяч аэроионов в 1 кубическом сантиметре воздуха), было установлено, что заживление под влиянием отрицательных аэроионов кислорода происходит быстрее; прочность рубцовой ткани становится выше на 19-48%; в меньшей степени в области раны формируется спаечный перипроцесс. В основе благотворного влияния аэроионов кислорода на структурные характеристики по ходу заживления раны лежат сравнительно меньшие нарушения локального гомеостаза, чем в контроле особенно в отношении интенсивности радикальных реакций процесса перекисного окисления липидов. Полученные результаты указывают на наличие у аэроионов кислорода регенераторных способностей (Власов П. А., с соавт, 2008).

Метод лечебного применения электрически заряженных газовых молекул (аэроионов) или комбинированных газовых молекул воды (гидроаэроионов) называется аэроионотерапия. Применяют аэроионы и гидроаэроионы отрицательной или

положительной полярности, получаемые искусственным путем с помощью аппаратов ионизаторов. Для медицинских целей используют искусственно ионизированный воздух, коэффициент униполярности которого равен 0,1-0,2 (атмосферного 1,1-1,2) (Минкайлов К-м О. с соавт., 2008). Процесс ионизации воздуха приводит к образованию положительных и отрицательных аэроионов. Лечебные эффекты: седативный, трофический, вазоактивный, бронходилатирующий, иммуномодулирующий, бактерицидный (Гилянская Н. Ю. с соавт., 2004).

Показания: функциональные заболевания центральной нервной системы (астеническое состояние, мигрень, расстройства сна), заболевания верхних дыхательных путей (синуситы, риниты, фарингиты, трахеиты, ларингиты, вазомоторный ринит), бронхиальная астма легкой и средней степени тяжести, нейродисциркуляторная дистония по гипертоническому типу, гипертоническая болезнь 1-2 степени (в том числе с синдромом апноэ сна (храп)), заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии компенсации, трофические язвы, длительно незаживающие раны, ожоги, стоматиты, пародонтоз, неврастения, переутомление, снижение работоспособности, профилактика острых вирусных респираторных заболеваний.

Противопоказания: злокачественные новообразования, тяжелые формы бронхиальной астмы, эмфизема легких, заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации, активный туберкулез легких.

Эффект, производимый аэроионами на организм, определяется уровнем воздействия, зависящим от

концентрации легких отрицательных аэроионов (Лепихов П.В., 2006). Оптимальной лечебной дозой является 75-150 млрд. аэроионов за одну процедуру. Время, необходимое для получения этой дозы аэроионов, устанавливается, исходя из концентрации ионов, продуцируемых аэроионизатором на определенном расстоянии от больного, в соответствии с паспортными данными прибора. Курс лечения составляет 10-20 ежедневных процедур. Повторный курс назначают через 1-2 месяца (Гилянская Н. Ю. с соавт., 2004).

1.4.3. Аэроионы и старение организма

Ещё в своих самых первых экспериментах в 1918— 1924 гг. А. Л. Чижевский подметил, что систематическое вдыхание отрицательных аэроионов кислорода замедляет старение подопытных крыс и продлевает их жизнь на 42%. В 1934 г. его ученик А. Л. Войнар подтвердил этот факт и обнаружил новые аргументы, говорящие о возможности с помощью отрицательных аэроионов кислорода замедлять старение. Он доказал, что в ходе жизни уменьшается гидрофильность коллоидов организма. Если у эмбриона человека мозг содержит 92% воды, то у 60-летних людей - только 80%. Уменьшается в тканях и содержание связанной воды: мозг эмбриона содержит 30% такой воды, а мозг пожилого человека - лишь 20%. Данное явление автор объясняет уменьшением сродства коллоидов тканей к воде в результате снижения их электрического заряда, что ведёт к ухудшению тканевого электрообмена (Скипетров В.П., 2011).

Уменьшение способности тканей удерживать воду по мере старения хорошо всем известно по снижению эластичности кожи, уменьшению её толщины и появлению морщин, с

которыми стараются бороться различными способами. По мнению А. Л. Чижевского (Чижевский А. Л., 1960), одной из причин возрастных изменений является уменьшение электрического заряда клеток организма, что он подтвердил в эксперименте и в клинике. Он построил график падения электрического потенциала клеток человека: оказалось, что падение его до уровня, несовместимого с продолжением жизни, занимает 180 лет.

А. Л. Чижевский (1960) считает, что замедлить электроразрядку коллоидов организма, а тем самым его старение, что этого можно достигнуть путём постоянного поступления в организм оптимального количества отрицательных аэроионов кислорода. В 1934 г. он выдвинул электрохимическую теорию омоложения и замедления старения, которая и в наше время представляется весьма привлекательной. В этой теории ставится вопрос не о лечении старости, а о продлении молодости и замедлении старения путём электрохимического воздействия на коллоиды организма с целью замедления их электрической разрядки. По мнению А. Л. Чижевского (1960), это эффективно достигается воздухом с оптимальным количеством отрицательных аэроионов кислорода, которые дают нужную электрическую «подпитку».

Доказано, что при старении происходит постепенная разрядка электростатических систем организма (уменьшение величины мембранного потенциала клеток), неуклонное снижение ионизации протоплазмы, в результате чего частицы коллоидов протоплазмы укрупняются, падает их способность

удерживать воду, наступает их уплотнение, что нарушает обмен веществ и электрообмен.

Увеличение продолжительности жизни под влиянием отрицательных аэроионов кислорода отчасти можно объяснить обнаруженным противотромботическим и противоатеросклеротическим действием отрицательных аэроионов кислорода (Власова И.А., 2011). Эти влияния предотвращают тромботические осложнения (инфаркт миокарда, инсульт), замедляют развитие атеросклероза и улучшают кровоснабжение вследствие улучшения текучести (реологии) крови из-за роста электрораспора между форменными элементами крови и стенками сосудов, что связано с увеличением их отрицательного заряда (Скипетров В.П., 2011).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Характеристика мест и условий исследования

Для проведения измерения аэроионного состава воздуха с помощью счетчика аэроионов «Сапфир-3к» были выбраны аудитории 4го учебного корпуса АГТУ №: 4.410, 4.311, 4.305 и 4.302, а также жилая комната в частном доме.

Аудитория 4.410 располагается на 4-м этаже и является лабораторией. В кабинете имеются 3 окна, расположенные с северной стороны; 2 компьютера; вентиляция.

Аудитория 4.311 располагается на 3-м этаже и является кафедрой. В кабинете имеются 2 окна, расположенные с южной стороны; 5 компьютеров; 1 телевизор; 3 принтера; 1 сплит-система; вентиляция отсутствует.

Аудитория 4.305 располагается на 3-м этаже и является компьютерным классом. В кабинете имеются 3 окна, расположенные с южной стороны; 11 компьютеров; 1 сплит-система; 1 проектор; имеется вентиляция.

Аудитория 4.302 располагается на 3-м этаже и является лекционной. В кабинете имеются 5 окон, расположенные с северной стороны; 1 компьютер; 1 проектор; имеется вентиляция.

Жилое помещение располагалось на 1-м этаже частного дома. В комнате имеется одно окно, расположенное с северо-западной стороны; 1 компьютер, 1 сплит-система, 1 принтер. Вентиляция отсутствует.

Характеристика исследуемых помещений представлена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика исследуемых помещений

Помещение	Тип помещения	S (м²)	Кол-во окон/вентиляция, шт.	Электроприборы, шт.
4.410	Лаборатория	50	3/2	2 компьютера
4.311	Кафедра	32,5	2/0	5 компьютеров; 1 телевизор; 3 принтера; 1 сплит-система
4.305	Компьютерный класс	50	3/1	11 компьютеров; 1 сплит-система; 1 проектор
4.302	Лекционная аудитория	78,7	5/1	1 компьютер; 1 проектор
Частный дом	Жилое помещение	10	1/0	1 компьютер; 1 сплит-система; 1 принтер

Измерения аэроионов во внутренних помещениях проводились при различных условиях (рис. 1).

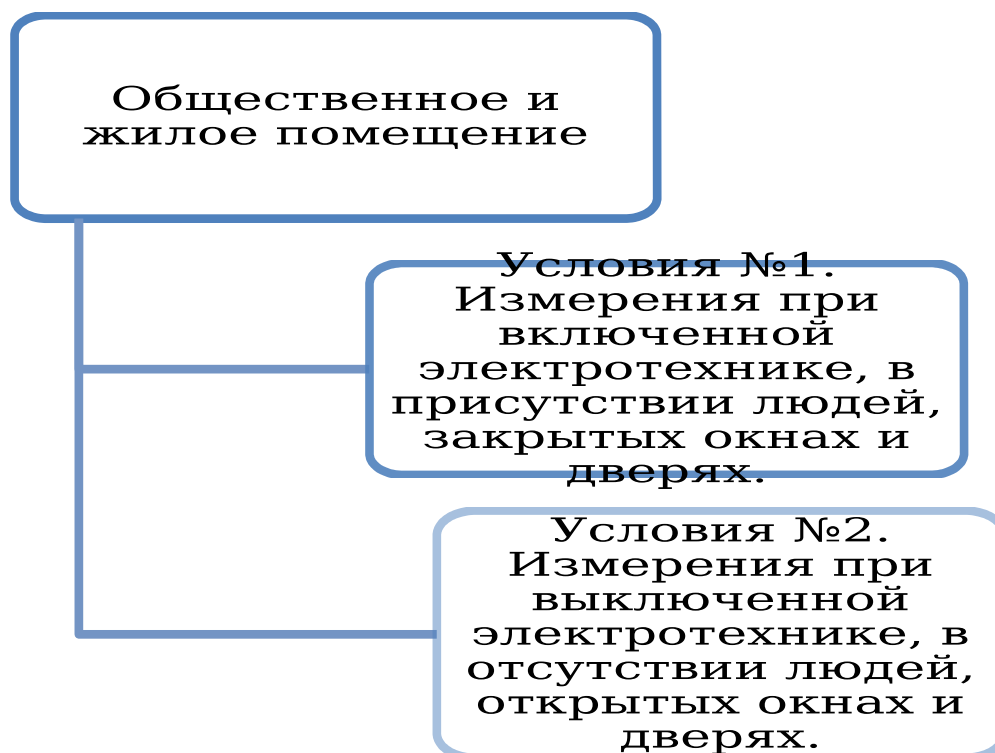


Рис. 1. Условия измерения аэроионного состава во внутренних помещениях

2.2. Описание работы счетчика ионов «Сапфир-3к»

2.2.1. Назначение и технические данные

Для измерения аэроионного состава воздуха был использован счётчик аэроионов «Сапфир-3к» (ООО «Эко-Лайн»).

Счётчик аэроионов предназначен для отдельного и одновременного измерения концентрации положительных и отрицательных аэроионов, содержащихся в 1 см³ исследуемого воздуха, со значением подвижности:

$$k \geq 0,4 \frac{\text{см}^2}{\text{В}\cdot\text{с}} .$$

Условия эксплуатации:

- рабочая температура $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность $(30 \div 80) \%$;

- атмосферное давление (760 ± 30) мм рт.ст.

Измерение концентрации аэроионов отвечает следующим требованиям:

а) собственный фон измерения положительных ионов не превышает 30 см^{-3} ;

б) собственный фон измерения отрицательных ионов не превышает 30 см^{-3} ;

в) диапазон измерений от $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$;

г) количество поддиапазонов измерения концентрации аэроионов обоих знаков - три:

от $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$ - I-й диапазон,

от $2 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ - II-й диапазон,

от $2 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ - III-й диапазон.

Выбор диапазона - автоматический;

д) предел допускаемой основной погрешности измерения концентрации аэроионов в относительных единицах не превышает:

$$0,4 + 0,01 \cdot (n_k/n_x - 1),$$

где n_k - конечное значение предела установленного поддиапазона измерения;

n_x - показание счетчика.

- Объемный расход воздуха через аспирационную камеру при измерении концентрации аэроионов обоих знаков (230 ± 23) л/мин.

- Ёмкость аспирационной камеры (13 ± 1) пФ.

- Индикация результатов измерения концентрации аэроионов - цифровая.

- Прибор питается от сети переменного тока напряжением (220 ± 11) В с частотой сети (50 ± 1) Гц.
- Максимальная мощность, потребляемая от сети, 25 ВА.
- Время прогрева счетчика - 5 минут.
- Время непрерывной работы счетчика не должно превышать 8 часов.

2.2.2. Общее устройство и работа

Счётчик аэроионов представляет собой настольный прибор (рис. 2) с габаритами: высота - 120, ширина - 330, глубина - 240. Все органы управления и индикации расположены на передней панели. В левой боковой стенке прибора сделано отверстие для продувки исследуемого воздуха через аспирационную камеру. В нерабочем состоянии прибора входное отверстие закрыто заглушкой.

На задней стенке счетчика расположен предохранитель. В верхней и нижней крышках прибора предусмотрены отверстия для поддержания необходимого теплового режима и обеспечения вентиляции.



Рис. 2. Счётчик аэроионов Сапфир-3К

Принцип действия счётчика поясняется структурной схемой (рис. 3). Датчиком счётчика аэроионов является аспирационная ионная камера АК. Через аспирационную камеру с помощью двигателя М прокачивается исследуемый воздух. С потоком воздуха в аспирационную камеру поступают ионы. В рабочем объёме камеры на ионы действует электростатическое поле, создаваемое источниками питания камеры $E_k''+$, $E_k''-$. Под действием электростатического поля, создаваемого напряжением, ионы отклоняются в сторону собирающего электрода и оседают на нем в течении времени накопления заряда T_n . По окончанию времени накопления, электрический заряд через ключ разряжается на входное сопротивление усилителя. Усиленный импульс преобразуется в интервал времени и измеряется.

Счетчик имеет режимы:

- "КАЛИБРОВКА"
- "ПРОВЕРКА 0"
- "РАБОТА".

По включении питания прибор переходит в режим «Калибровка».

В этом режиме:

- светится светодиод «Калибровка»;
- двигатель остановлен;
- крышка камеры должна быть закрыта;
- на вход измерительной системы подаются

калиброванные импульсы с модуля источника питания.

Прибор производит измерение калибровочных сигналов с периодичностью 4 с.

Допустимый разброс показаний $\pm 0,3$ за 10 отсчетов. Измерения можно начинать только после прогрева прибора, по истечении 5 минут, после установления показаний в режиме «Калибровка».

Режим проверки нуля. После прогрева прибора, рекомендуется перейти в режим «Проверка нуля», для чего нажать соответствующую кнопку на передней панели.

В этом режиме:

- светится светодиод «Проверка нуля»;
- двигатель остановлен;
- крышка камеры должна быть закрыта;
- входной сигнал отсутствует.

Прибор производит измерение собственного фона с периодичностью 4 с. Допустимые показания (собственный фон) прибора в этом режиме 0,00-0,03. При систематическом превышении порога 0,03, следует провести техническое обслуживание – очистку аспирационной камеры.

Режим измерения.

При успешном проведении проверок, можно приступить собственно к измерениям, для чего нажать кнопку «Работа» на передней панели.

В режиме измерений:

- светится светодиод «Работа»;
- двигатель включен;
- крышка камеры должна быть снята.

Единичное измерение занимает около 4 секунд:

- производится измерение при времени накопления 4с;
- если сигнал превышает верхний предел шкалы, производится дополнительное измерение при времени накопления 0,1с.

Прибор может работать в одном из следующих режимов усреднения (табл. 3):

Таблица 3

Режимы усреднения

Режим	Индикация	Периодичность смены показаний
без усреднения	-	4 секунды
среднее за 2 отсчета	УСР 8 с	8 секунд
среднее за 4 отсчета	УСР 16 с	16 секунд
среднее за 8 отсчетов	УСР 32 с	32 секунды
среднее за 16 отсчетов	УСР 64 с	64 секунды

2.3. Описание работы дозиметра-радиометра «ДБГ-04А»

Для измерения радиационного фона использовался дозиметр гамма-излучения ДБГ-04А (ФГУП "Ангарский

электролизный химический комбинат"), предназначенный для измерения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения; диапазон измерений – 0,10-99,9 мкЗв/ч (рис. 3). Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения мощности дозы гамма-излучения не превышают $\pm(0,15+10/N)$, где N- измеренная мощность дозы в мкЗв*/ч. Диапазон энергий регистрируемого γ -излучения 0,05-3,00 МэВ. Энергетическая зависимость показаний дозиметра при измерении энергии γ -излучения в этом диапазоне не более 25%. Время измерения мощности дозы – 20 с. Для перевода полученных данных из мкЗв/ч в мкР/ч использовалась следующая формула: мкЗв/ч*100 мкР/ч.

Прибор обеспечивает работу в двух режимах:

- Измерение мощности дозы;
- Индикация результата измерения мощности дозы.

Прибор обеспечивает цифровую индикацию обоих режимов работы.

Дозиметр предназначен для работы в условиях, соответствующих следующим требованиям:

- Температура окружающего воздуха от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- Относительная влажность окружающего воздуха 75% при 30°C ;
- Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.



Рис. 3. Дозиметр гамма-излучения ДБГ-04А

При включении прибора на цифровом табло появляются цифры «00.00» и эти показания удерживаются на табло в течение примерно 3 секунд. В течении этого времени необходимо поднести дозиметр тыльной стороной к источнику предполагаемого загрязнения и удерживать дозиметр в течении времени измерения (10-20 с).

По окончании измерения дозиметр выдает длинный звуковой сигнал и переходит в режим индикации результата измерения, остановив счет импульсов и зафиксировав на табло показания мощности дозы. По окончании времени индикации результата измерения (3 секунды) дозиметр автоматически переходит в режим измерения мощности дозы, сопровождая каждую зарегистрированную частицу коротким звуковым

сигналом. С целью снизить погрешность измерений в каждой из точек измерение проводить 3 раза, а затем из полученных данных вычислить среднее арифметическое.

Для установления зависимости аэроионного состава воздуха от радиационной обстановки помещений использовался метод корреляции. При оценке силы связи коэффициентов корреляции использовалась шкала Чеддока, представленная в таблице 4.

Таблица 4

Шкала Чеддока

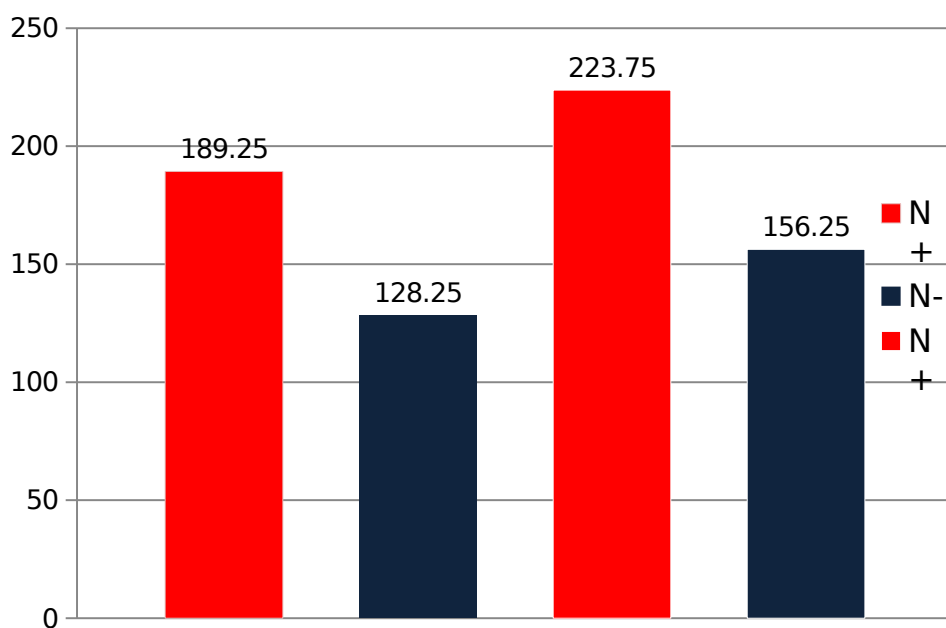
Количественная мера тесноты связи	Качественная характеристика силы связи
0,1 - 0,3	Слабая
0,3 - 0,5	Умеренная
0,5 - 0,7	Заметная
0,7 - 0,9	Высокая
0,9 - 0,99	Весьма высокая

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Оценка концентрации положительных и отрицательных аэроионов в различных аудиториях учебного заведения

Результаты измерения микроклиматических показателей в аудиториях астраханского государственного технического университета (лекционная аудитория, компьютерный класс, кафедра, лаборатория) при условиях №1(измерения при включенной электротехнике, в присутствии людей, закрытых окнах и дверях) и №2 (измерения при выключенной электротехнике, в отсутствии людей, открытых окнах и дверях) представлены в таблице 5.

В лекционной аудитории средняя концентрация положительных аэроионов (N^+) при условиях №1 составляет $189,25 \pm 0,9$ ион/см³, концентрация отрицательных аэроионов (N^-) $128,25 \pm 0,04$ ион/см³, коэффициент униполярности при этом 1,5 ион/см³. При условиях №2 средняя концентрация положительных и отрицательных аэроионов выше в 1,2 раза и составляет $223,75 \pm 0,2$ ион/см³ положительных аэроионов и $156,25 \pm 0,5$ ион/см³ отрицательных аэроионов, соответственно (рис. 4), коэффициент униполярности составляет 1,4 ион/см³.



Примечание: N^+ норма 400-50000 ион/см³, N^- норма 600-50000 ион/см³

Рис. 4. Средняя концентрация аэроионов в лекционной аудитории

Таблица 5

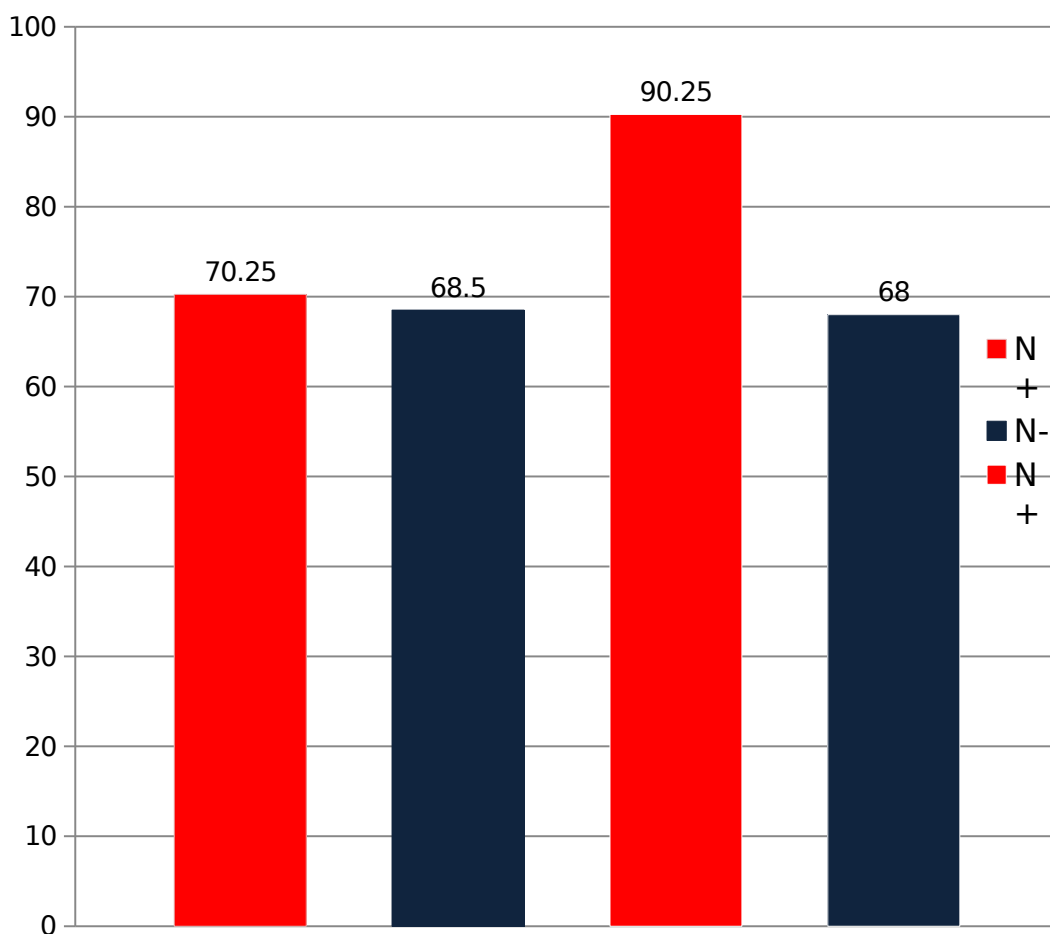
Средние значения микроклиматических показателей в учебных аудиториях и жилом помещении

Тип помещения	N ⁺ (ион/см ³)		N ⁻ (ион/см ³)		Радиация (мкР/ч)		Коэф. униполярности У (ион/см ³)	
	Φ	H	Φ	H	Φ	H	Φ	H
лекционная ауд. *	284±0, 05	400- H	187±0,0 2	600-50000 H	11,9±0, 01	VI	1,5	0,4 ≤ У < 1,0
лекционный ауд.**	334±0, 05		211±0,0 3		11,4±0, 02		1,6	
компьютерны й класс *	70,25± 0,04		68,5±0, 04		13,5±0, 04		1,03	
компьютерны й класс**	90,25± 0,05		68±0,04		12,5±0, 03		1,3	
кафедра *	54,75± 0,04		45,75±0 ,03		10,9±0, 02		1,2	

кафедра**	133,5± 0,08	50000	108±0,0 7	50000	10,3±0, 02	50	1,2
лаборатория *	244,5± 0,2		177,25± 0,08		13,2±0, 02		1,4
лаборатория**	289,5± 0,2		242,25± 0,1		12,5±0, 02		1,2
жилая комната *	88,75± 0,04		106±0,0 4		12±0,02		0,8
жилая комната **	117±0, 04		124,5±0 ,06		13±0,04		0,9

Примечание: Ф - фактический замер, Н - норма согласно СанПиН, (НРБ) * - измерение при включенной электротехнике, ** - измерения при выключенной электротехнике

В компьютерном классе (кабинете) средняя концентрация положительных аэроионов при условиях №1 составляет $70,25 \pm 0,04$ ион/см³, концентрация отрицательных аэроионов $68,5 \pm 0,04$ ион/см³, коэффициент униполярности при этом 1,03 ион/см³. При условиях №2 средняя концентрация положительных аэроионов выше в 1,3 раза и составляет $90,25 \pm 0,05$ ион/см³, количество отрицательных аэроионов ниже на 0,5 ион/см³ и равно $68 \pm 0,04$ ион/см³ (рис. 5), коэффициент униполярности составляет 1,3 ион/см³.

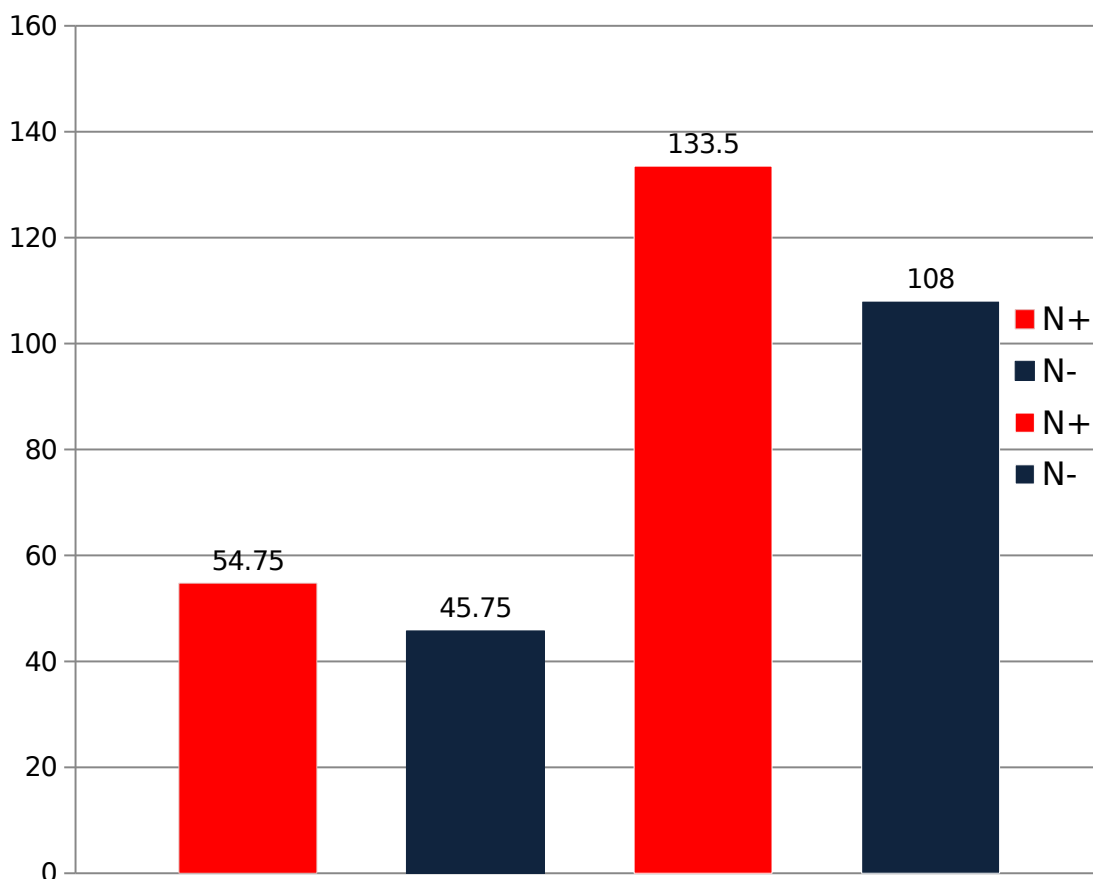


Примечание: N⁺ норма 400-50000 ион/см³, N⁻ норма 600-50000 ион/см³

Рис. 5. Средняя концентрация аэроионов в компьютерном классе

На кафедре средняя концентрация положительных аэроионов при условиях №1 составляет $54,75 \pm 0,04$ ион/см³, концентрация отрицательных аэроионов $45,75 \pm 0,05$ ион/см³,

коэффициент униполярности при этом $1,2 \text{ ион/см}^3$. При условиях №2 средняя концентрация положительных аэроионов выше в 2,4 раза и составляет $133,5 \pm 0,8 \text{ ион/см}^3$, отрицательных аэроионов выше в 2,3 раза и равна $108 \pm 0,7 \text{ ион/см}^3$ (рис. 6), коэффициент униполярности составляет $1,2 \text{ ион/см}^3$.

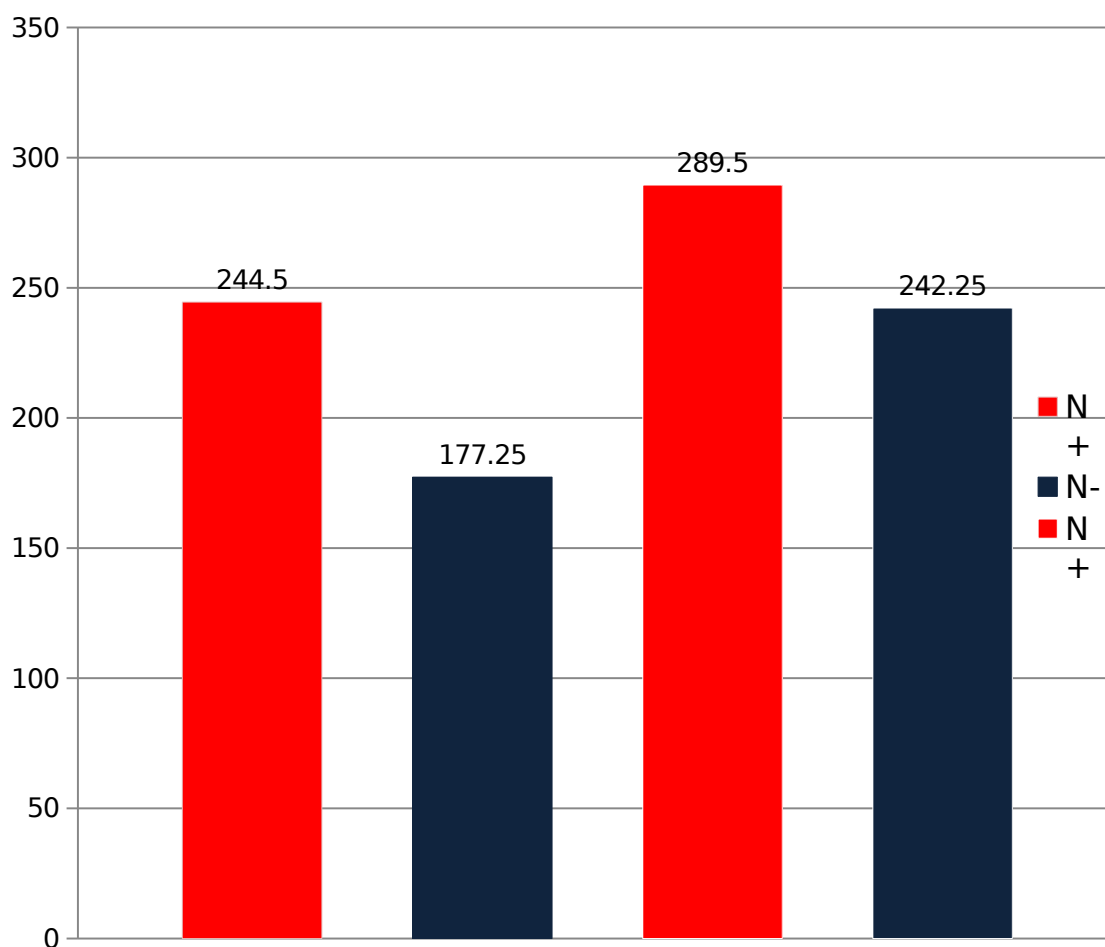


Примечание: N⁺ норма 400-50000 ион/см³, N⁻ норма 600-50000 ион/см³

Рис. 6. Средняя концентрация аэроионов на кафедре

В лаборатории средняя концентрация положительных аэроионов при условиях №1 составляет $244,5 \pm 0,2 \text{ ион/см}^3$, концентрация отрицательных аэроионов $177,25 \pm 0,08 \text{ ион/см}^3$, коэффициент униполярности при этом $1,4 \text{ ион/см}^3$. При условиях №2 средняя концентрация положительных аэроионов выше в 1,2 раза и составляет $289,5 \pm 0,2 \text{ ион/см}^3$, отрицательных аэроионов выше в 1,4 раза и равна $242,25 \pm 0,1 \text{ ион/см}^3$ (рис. 7), коэффициент униполярности составляет $1,2 \text{ ион/см}^3$.

При сравнении полученных результатов со значениями, установленными в СанПиН 2.2.4.1294-03 выявлено, что все исследуемые учебные аудитории при условиях №1 и №2 не соответствуют нормам аэроионного состава воздуха. Наиболее близкие к норме показатели установлены в лаборатории где средний показатель положительных аэроионов при условиях №1 равен $244,5 \pm 0,2$ ион/см³, при условиях №2 $289,5 \pm 0,2$ (норма 400-50000 ион/см³), отрицательных при условиях №1 равен $177,25 \pm 0,8$ ион/см³, а при условиях №2 $242,25 \pm 0,1$ (норма 600-50000 ион/см³), что, скорее всего, связано связано небольшим количеством компьютерной техники в данных аудиториях.



Примечание: N⁺ норма 400-50000 ион/см³, N⁻ норма 600-50000 ион/см³

Рис. 7. Средняя концентрация аэроионов в лаборатории

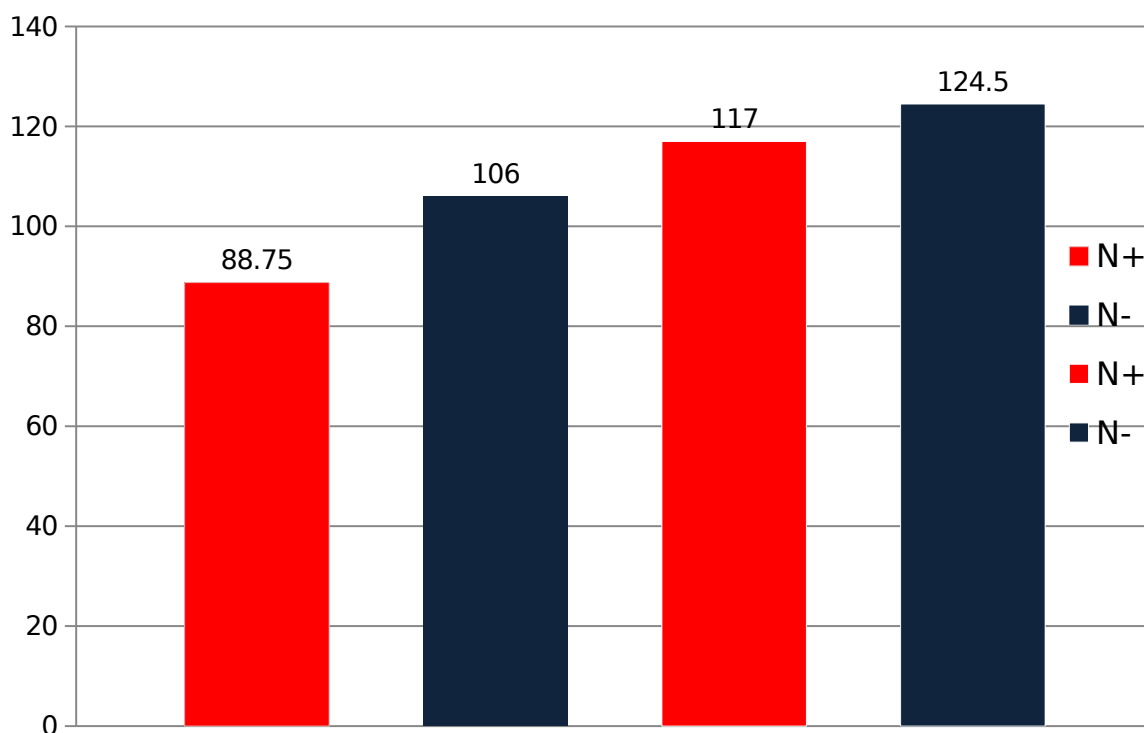
Самые неблагоприятные показатели установлены на кафедре при условиях измерения №1. Средний показатель положительных аэроионов равен $54,75 \pm 0,04$ ион/см³, а отрицательных аэроионов $45,75 \pm 0,04$ ион/см³, на это, видимо, повлияла сильная загруженность данного помещения в течении дня, а также присутствие нескольких единиц компьютерной техники.

Коэффициент униполярности ни в одной из аудиторий не находился в пределах нормы ($0,4 \leq Y < 1,0$) и в среднем при условии №1 и №2 составил $1,3$ ион/см³, что выше предела нормы в $1,3$ раз.

3.2. Оценка концентрации положительных и отрицательных аэроионов в жилом помещении

Результаты измерения микроклиматических показателей в жилом помещении представлены в таблице 5.

В жилом помещении средняя концентрация положительных аэроионов (N^+) при условиях №1 составляет $88,75 \pm 0,04$ ион/см³, концентрация отрицательных аэроионов (N^-) $106 \pm 0,04$ ион/см³, коэффициент униполярности при этом $0,8$ ион/см³. При условиях №2 средняя концентрация положительных аэроионов выше в $1,3$ раза и составляет $117 \pm 0,4$ ион/см³, отрицательных аэроионов выше в $1,2$ раза и равна $124,5 \pm 0,06$ ион/см³ (рис. 8), коэффициент униполярности составляет при этом $0,9$ ион/см³.



Примечание: N⁺ норма 400-50000 ион/см³, N⁻ норма 600-50000 ион/см³

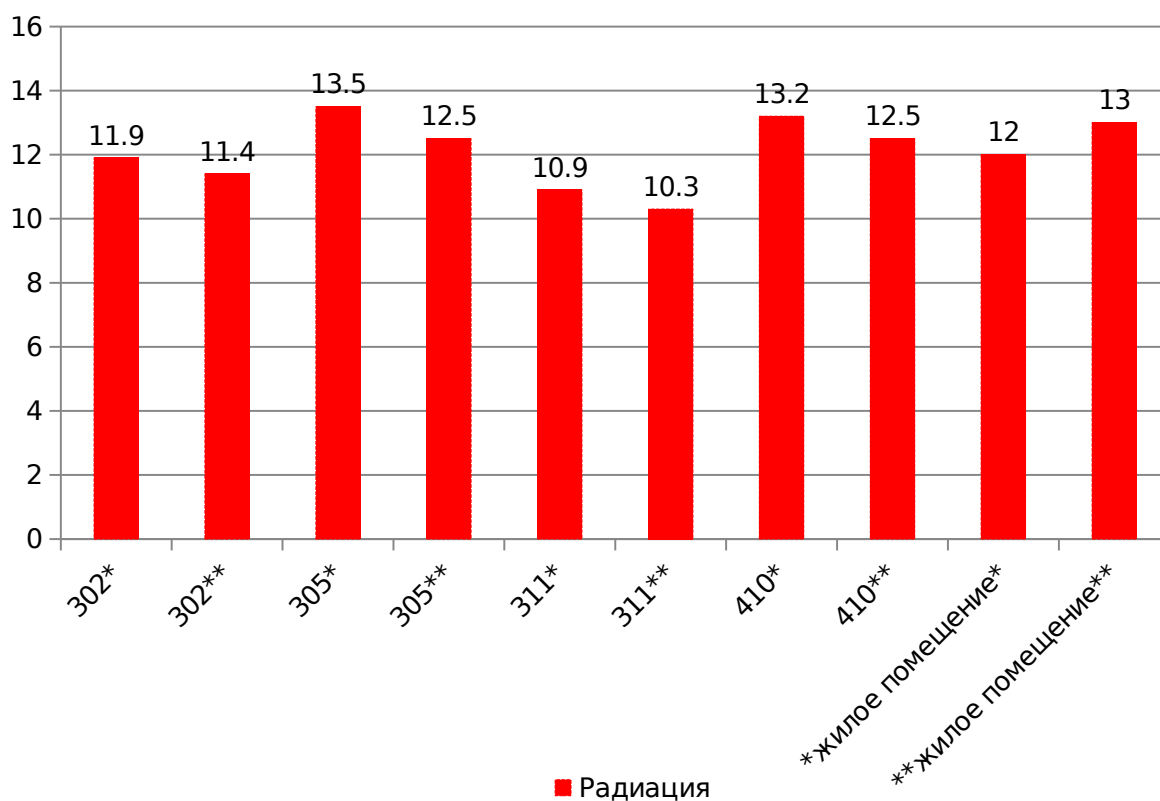
Рис. 8. Средняя концентрация аэроионов в жилом помещении

Из полученных данных видно, что они находятся на одном уровне с показателями концентраций аэроионов в учебных аудиториях и также не соответствуют норме, установленной в СанПиН 2.2.4.1294-03, но коэффициент униполярности соответствует норме ($0,4 \leq Y < 1,0$) и составляет 0,8 ион/см³ при условиях №1 и 0,9 ион/см³ при условиях №2. Факторами, повлиявшими на низкое количество аэроионов обеих полярностей в жилом помещении частного дома, также остаются частая загруженность помещения в течении дня и частое использование техники. Влияние высотности при сравнении концентрации в учебных аудиториях, расположенных на 3м и 4м этажах и жилого помещения частного дома, расположенного на 1м этаже, не отмечалось, но не исключается влияние этого фактора при более значительных перепадах высоты.

3.3. Оценка зависимости концентрации положительных и отрицательных аэроионов от условий эксплуатации помещения

Во всех исследуемых помещениях отмечено снижение количества аэроионов обеих полярностей при условиях измерения №1 (измерения при включенной электротехнике, в присутствии людей, закрытых окнах и дверях), особенно хорошо это наблюдалось на кафедре и в компьютерном классе, что подтверждает наблюдения А. П. Соколова (1904), С. Р. Яглоу (1936), А. А. Минха (1936), которые показали, что в присутствии людей в замкнутых объемах происходит снижение содержания легких аэроионов, тем более интенсивное, чем больше в помещении людей. Причиной убыли легких ионов является поглощение их в процессе дыхания адсорбции поверхностями, а также превращение части легких ионов в тяжелые вследствие оседания на материальных частицах, взвешенных в воздухе (Губернский Д.Ю., Лицкевич В.К., 1991), а также то, что к снижению числа аэроионов приводит излучение компьютеров и телевизоров (Плетенева Т. В. с соавт., 2012).

Для установления зависимости количества аэроионов от радиационной обстановки (рис.9) был рассчитан коэффициент корреляции. Коэффициент корреляции положительных аэроионов и радиации составил 0,04, что говорит о нулевой корреляции, а отрицательных аэроионов и радиации 0,1, что, согласно шкале Чеддока (табл. 6), означает слабую прямую корреляцию.



Примечание: * - измерение при включенной электротехнике, ** - измерения при выключенной электротехнике; норма мкР/ч ≤ 50

Рис. 9. Средний уровень радиации в учебных аудиториях и жилом помещении

При анализе средних концентраций аэроионов обеих полярностей в летне-весенний и осенне-зимний период, представленных в таблице 5, зависимость от сезонности не выявлена.

Таблица 6

Средние концентрации положительных и отрицательных аэроионов в учебных аудиториях и в жилом помещении в летне-весенний и в осенне-зимний период

Тип помещен ия	N ⁺ (ион/см ³)			N ⁻ (ион/см ³)			Коэф. униполярности У (ион/см ³)		
	Ф Летне- весенний период	Ф Осенне- зимний период	Н	Ф Летне- весенни й период	Ф Осенне- зимний период	Н	Ф Летне- весенний период	Ф Осенне- зимний период	Н
лекционн ая ауд.	268±0,8	147,8±0, 6	400-50000	171,5±0 ,4	117,5±0, 4	600-50000	1,6	1,3	0,4 ≤ У < 1,0
комп. класс	97,5±0,0 5	63±0,03		71,3±0, 03	78,3±0,0 4		1,4	0,8	
кафедра	65,5±0,0 5	122,5±0, 05		76,8±0, 6	77±0,1		0,6	1,6	
лаборато рия	224±0,05	310±0,05		310±0,1	168,3±0, 05		1,1	1,8	
жилая комната	88,6±0,0 3	117±0,3		80±0,03	150±0,03		1,1	0,8	
						50000			

Примечание: Ф – фактический замер, Н – норма согласно СанПиН, ГОСТ, НРБ

Таким образом, установлено, что зависимость концентрации аэроионного состава воздуха от радиационной обстановки помещения и от сезонности отсутствует.

3.4. Рекомендации по поддержанию необходимого аэроионного состава воздуха внутри помещений

Для достижения нормативных значений аэроионов в рабочих помещениях необходима дополнительная искусственная ионизация воздуха.

Ионизация воздуха все чаще рассматривается как наиболее эффективный метод самоочищения воздушной среды от пыли, микроорганизмов и газообразных загрязнителей различного происхождения (Варехов А.Г., 2014).

Для нормализации аэроионного состава воздуха в помещении используют приточно-вытяжную вентиляцию, (система, которая обеспечивает приток чистого и свежего воздуха в помещение, а так же удаляет вредный отработанный воздух из него), групповые и индивидуальные ионизаторы воздуха, устройства автоматического регулирования ионного режима воздушной среды. Для современных офисных помещений задачу нормализации аэроионного состава воздуха целесообразно решать, используя ионизаторы, встраиваемые в приточные воздуховоды вентиляционных систем. Применение приточно-вытяжной вентиляции способно обеспечить относительно равномерное распределение аэронов по помещению и исключить возможность их накопления в локальных зонах.

Сегодня существует большой выбор ионизаторов по доступным ценам, например, многофункциональное устройство Termica AP-300 (рис.10), совмещающее задачи многофакторной

очистки воздуха, ультрафиолетового обеззараживания и ионизации (цена 10500 рублей) или биполярный ионизатор-воздухоочиститель отечественного производства Гиппократ «Офис» ИВ-2 (рис.11), который почти 18 лет пользуется большим спросом, а инженеры непрерывно его совершенствуют (цена 3550 рублей). Для уничтожения бактерий и вирусов в камере очистителя воздуха установлен ультрафиолетовый диодный излучатель с длиной волны 385 нм.

Также, известно, что растения улучшают не только эстетическое оформление помещений, но и их гигиеническое состояние. Они увлажняют, ионизируют атмосферу, выделяют фитонциды, уничтожающие микробы. К таким растениям относятся, например, хлорофитум, герань, диффенбахия, аглаонема, кактусы, плющ, сансевиерия, драцена. Поэтому, для улучшения аэроионного состава воздуха возможно применение фитоионизации (сочетания фитоаэрации и искусственной ионизации воздуха). Так, фитоионизационная стена «Фитоионика», решает, в первую очередь, функцию оздоровления воздушного пространства помещений, не пренебрегая эстетикой. Устройство «Фитоионика» состоит из фитостены с фитонцидными растениями и встроенного ионизатора, иглы которого, испускающие отрицательно заряженные аэроионы кислорода воздуха, размещены по периметру устройства и вдоль всех секций для растений. Для фитостены рекомендуется использовать сочетания фитонцидных растений (содержащих более 1% эфирного масла) (Саулова Т.А, 2017).



Рис. 10. Многофункциональное устройство Termica AP-300



Рис. 11. Ионизатор-воздухоочиститель Гипократ «Офис» ИВ-2

Помимо специальных мер по улучшению аэроионного состава воздуха в помещении, следует использовать и простые решения: свежий воздух (проветривание), больше влажности; колючки кактуса могут работать как ионизатор пассивного типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комфортабельное пребывание человека в помещениях определяется совокупностью ряда физических и гигиенических параметров. К одному из таких параметров воздушной среды в помещениях следует отнести аэроионный режим (Черный К.А., Храмов А.В., 2010).

Автором основных работ в области воздействия на организм аэроионов является русский ученый профессор А.Л. Чижевский (Курников А.С., 2005). Ему принадлежат многочисленные труды о биологическом действии и медицинском применении аэроионизации, а также установлении явления оживления кислорода воздуха при помощи аэроионов и их влияния на состояние крови, частоту пульса, давление крови, функции дыхания, на нервную систему, эндокринные железы, общую динамику организма и обмен веществ (Курников А.С., 2005).

Основным источником образования ионов на планете является ионосфера Земли, а на поверхности Земли - грозы, лес, океан, другие водоемы, радиоактивные излучения и т.п. (Шумилин В.К., 2014). Однако, различные вредные экологические факторы приводят к резкому сокращению аэроионов в воздухе и к увеличению вредных, тяжелых, положительно заряженных ионов пыли, газов и т.п. (Черный К.А., Храмов А.В., 2010).

Отрицательные аэроионы оказывают благотворное влияние на организм. Если их содержание находится в норме, то у человека снижается утомляемость, раздражительность, психическое и нервное напряжение (Сальм Я.Й., 1988). 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 (Смирнов В.В., 1980).

Если ионизация атмосферы и ее изменения при воздействии тех или иных факторов достаточно хорошо изучены, то состав аэроионов в помещениях, особенно при искусственной обработке и подаче воздуха, остается недостаточно изученным. На снижение количества легких отрицательных аэроионов влияют такие факторы, как присутствие большого количества людей в замкнутых объемах (Губернский Д.Ю., Лицкевич В.К., 1991), металлические и пластмассовые изделия, большое количество мелких частиц, например, сигаретный дым (Сторчевой В. Ф. с соавт., 2008), системы вентиляции и кондиционирования воздуха (Полосин И.И., Лобанов Д.В., 2012), а также излучение компьютеров и телевизоров (Meschke S. С соавт., 2009).

Нормативным документом, регламентирующим уровень ионизации воздуха, является СанПиН 2.2.4.1294-03. Он предписывает уровень ионизации воздуха в помещениях в пределах от $600 \text{ N}^-/\text{см}^3$ до $5000 \text{ N}^-/\text{см}^3$. Отклонение в меньшую сторону от указанного диапазона значений является опасным для здоровья человека (Севостьянов В. А., 2012).

Для оценки аэроионного состава воздуха закрытых помещений различного назначения и его зависимость от различных факторов были проведены исследования аэроионного режима учебных аудиторий астраханского государственного технического университета и жилого помещения частного дома. Для проведения измерения

аэроионного состава воздуха был использован счетчик аэроионов «Сапфир-3к». Выявлено, что во всех помещениях отмечено снижение количества аэроионов обеих полярностей при условиях измерения №1 (измерения при включенной электротехнике, в присутствии людей, закрытых окнах и дверях), зависимость аэроионного состава от радиационной обстановки и сезонности не обнаружена.

В качестве улучшения аэроионного состава помещений рекомендуются аэроионизаторы и фитоаэрация, постоянное проветривание и увлажнение помещения, а также, использование комнатных растений, например, кактусов, колючки которых могут работать как ионизатор пассивного типа.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что все исследуемые учебные аудитории при различных условиях их эксплуатации не соответствуют нормам аэроионного состава воздуха, установленным СанПиН 2.2.4.1294-03. Максимальные показатели положительных (N^+) и отрицательных аэроионов (N^-) диагностированы в лаборатории (4.410): $289,5 \pm 0,2$ (норма 400-50000 ион/см³), $242,25 \pm 0,1$ (норма 600-50000 ион/см³), соответственно. Неблагоприятные показатели установлены на кафедре (4.311): количество положительных аэроионов составило 13,7 % от нормы, а отрицательных - всего 7,6 % от нормы. Коэффициент униполярности (Y) ни в одной из

аудиторий не находился в пределах нормы ($0,4 \leq Y < 1,0$) и в среднем составил $1,3$ ион/см³.

2. Установлено, что в жилом помещении частного дома показатели аэроионного состава не соответствуют норме, установленной СанПиН 2.2.4.1294-03: концентрация положительных аэроионов (N^+) составила $22,2$ % от нормы, концентрация отрицательных аэроионов (N^-) - $17,7$ % от нормы. При этом коэффициент униполярности (Y) соответствовал норме ($0,4 \leq Y < 1,0$) и составил $0,9$ ион/см³.

3. Среди исследуемых учебных и жилых помещений наиболее близкие к норме показатели выявлены в лаборатории (4.410) и в лекционной аудитории (4.302), что связано с небольшим количеством компьютерной техники в данных аудиториях. Самые неблагоприятные показатели установлены в компьютерном классе (4.305) и на кафедре (4.311), на что повлияла сильная загруженность данных помещений в течении дня, а также присутствие нескольких единиц компьютерной техники (до 11 единиц на аудиторию). Выявлено, что в основном в помещениях происходит снижение количества аэроионов обеих полярностей, в среднем в $1,5$ раза при включенной электротехнике, в присутствии людей, при закрытых окнах и дверях. Зависимость аэроионного состава от сезонности и радиационной обстановки не обнаружена.

4. Необходимо использование дополнительных мер для достижения стандартных нормативных значений аэроионов в рабочих и жилых помещениях. Поэтому, в качестве улучшения аэроионного состава помещений рекомендуется использовать аэроионизаторы и фитоаэрацию, а также, постоянно проветривать и увлажнять помещения, использовать

фитонцидоактивные комнатные растения, например, кактусы, колючки которых могут работать как ионизатор пассивного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.** СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и

общественных помещений [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.04.2003.

2. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 21.06.2016.

3. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 07.07.2009.

4. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18.04.2003.

5. Антощук, С.Г. Проблема аэроионификации при создании рационального микроклимата в помещениях с персональными компьютерами/ Антощук С.Г., Бабич Н.И., Панов В.Г., Бурдыка Л.Ф.// - Электромашиностроение и электрооборудование. - 2009. - №74. - С. 41-47.

6. Баранов, В.И. О биоклиматическом значении ионизации воздуха. Вопросы курортологии, 1937. - вып. 3. - С. 3-8.

7. Бушунова, Н.Л. Физиологическое обоснование эффективности аэроионизации при промышленном выращивании бройлеров: Автореф. дис. канд. био. наук. - Благовещенск, 2005. - 24 с.

8. Варехов, А.Г. Кондиционирование воздуха жилых помещений с использованием аэроионизации // ТТПС. - 2014. - вып. 1. - С. 57-61.

9. Вернигоров, В.Г. Сравнительное изучение ионизации воздуха и факторов, влияющих на нее в производственной обстановке и некоторых других условиях Краснодарского края: Автореф. дис. на соискание ученой степени:— Астрахань, 1968.

10. Власов, П.А. Репаративный эффект аэроионотерапии. / П.А. Власов, А.Г. Захаркин, В.С. Гераськин, А.А. Дерябин // Здоровье и образование в XXI веке. – 2008. вып. 2. – С. 336-337.

11. Власова, И. А. Биологический возраст и уровень здоровья пожилых лиц, занимающихся физическими тренировками // Сиб. мед. журн. – Иркутск, 2011. вып. 5. – С. 65-68.

12. Гилянская, Н. Ю. Физиотерапия в работе врача общей практики. / Н. Ю. Гилянская, О.В. Трунова, М.В. Супова, С.Н. Смирнова // Альманах клинической медицины. – 2004. вып. 7. – С. 217-228.

13. Гольдштейн, Н.И. Активные формы кислорода как жизненно необходимые компоненты воздушной среды // Биохимия. – 2002. – Т. 76, вып. 2. – С. 194-204.

14. Губернский, Д.Ю. Жилище для человека./ Д.Ю. Губернский, В.К. Лицкевич – Москва: Стройиздат, 1991. – 227 с.

15. Гуськов, А.С. Комплексная гигиеническая оценка ионизации воздушной среды закрытых помещений: : Автореф. дис. канд. био. наук. –Москва, 2005. – 125 с.

16. Дикова, О.В. Отрицательные аэроионы кислорода в лечении экземы // ВНМТ. – 2009. – вып. 1. – С. 21-25.

17. Дрожжина, Н.А. Оценка влияния на здоровье человека различных факторов, возникающих при работе на

компьютере / Н. А. Дрожжина Н.А., А.В. Фомина, И.М.Михайлов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. - 2003. - № 5. - С. 57-60.

18. Жирнов, В.А. Управляемая аэроионотерапия в оздоровлении часто болеющих детей. / В.А. Жирнов, В.А. Калихман, А.А. Гаспарова // Известия Самарского научного центра РАН. - 2009. вып. 1. - С. 5-8.

19. Зорькина, А.В. Тезисы науч. работ науч.-практич. конф. «Современные методы диагностики и лечения в медицине: проблемы, перспективы»: Межвуз. сб. науч. тр. - Саранск, 2001. - вып. 2. - С. 157-159.

20. Иванов, А.В. Значение аэроионизаторов в регулировании качества воздуха замкнутых пространств. / А.В., Иванов, Л.Р. Зарипова, Е.А. Тафеева // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - вып. 1-1. - 1321 с.

21. Исаевич, А. Г. Аэроионный состав воздуха в Кунгурской ледяной пещере. / А. Г. Исаевич, Н. А. Трушкова // Пещеры: сб. науч. тр. - Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2011. вып. 34. - С. 113-116.

22. Колерский, С.В. Аэроионизация. В кн.: Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека. / С.В. Колерский, М.В. Балаханов - М.: Стандарт, 2006. - С.456-491.

23. Котов, А.В. Коронный разряд и его использование в медицине и экологии. / А.В. Котов, В.Л. Турубаров // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2004. - вып. 13. - С.144-147.

- 24.** Курников, А.С. Искусственная ионизация воздуха. / А.С. Курников, А.С. Ширин // Вестник ВГАВТ. – 2005. – вып. 6. – С. 82-97.
- 25.** Леконцева, А. В. Ионизатор воздуха. А. В. Леконцева, Т. М. Игнатова // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2012. вып. 2 (2). – С. 1-4.
- 26.** Лепихов, П. В. Биотехническая система управления концентрацией легких отрицательных аэроионов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.17 . – М., 2006. – 172 с.
- 27.** Мариненко, А. В. Оценка состояния окружающей природной среды с целью организации санаторно-курортного лечения // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. вып.1. – С. 1-6.
- 28.** Марченко, В.Г. Исследование термовлажностных процессов в аппаратах кондиционирования воздуха, изменяющих аэроионный состав воздуха // Проблемы региональной энергетики. – 2015. – вып.3 (29). – С. 86-91.
- 29.** Машнина, Н.Н. // Тезисы науч. работ науч.-практич. конф. «Современные методы диагностики и лечения в медицине: проблемы, перспективы». Межвуз. сб. науч. тр.– Саранск, 2000. – вып. 1. – С. 35-36.
- 30.** Мещеряков, А. Ю. Проблемы оценивания аэроионного состояния среды обитания. / А. Ю. Мещеряков, Ю. А.Федотов // Приборы и системы управления. –1998. – вып. 11. – С. 75-79.
- 31.** Милова, Л. Н. Ионизация воздушной среды в условиях промышленного города и ее влияние на здоровье населения (на примере г. Липецка): Автореф. дис. канд. мед. наук. – Москва, 2004. – 28 с.

32. Минкайлов К-м О. Аэроионотерапия в комплексном лечении больных бронхиальной астмой. / К-м О. Минкайлов, Э.К. Минкайлов, Ш.Г. Курбанова, А.Д. Минкайлова // ВНМТ. – 2008. – вып. 2. – С.83-85.

33. Норман, Г.Э. Активные формы кислорода и люстра Чижевского // Биохимия. – 2001. – Т. 6, вып. 1. – С. 123-126.

34. Петрякова О. Д., Алексеев И. С. Аэроионный состав воздушной среды воздуха рабочей зоны на примере учебного корпуса ВУиТ // Вестник ВУиТ. 2009. №8.

35. Плетенева, Т.В. Аэроионы и среда обитания человека. / Т.В. Плетенева, Т.В. Максимова, Н.А. Ходорович, А.В. Сыроешкин // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2012. вып. 2. – С. 28-33.

36. Плеханова, Ю. М. Улучшение условий труда персонала на ответственных объектах электроэнергетики за счет разработки и использования устройства для очистки и ионизации воздуха: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск, 2011. – 12 с.

37. Полосин, И.И. Высокие технологии. Экология. / И.И. Полосин, Д.В. Лобанов // Научный Вестник ВГАСУ. – 2012. – вып 1. – С. 20-25.

38. Прокопенко, Л.В. Здоровье работающих и безопасный труд: гигиенические критерии и классификация условий труда при воздействии факторов рабочей среды и трудового процесса. / Л. В. Прокопенко, О. К. Кравченко, В. В. Матюхин, Н. Н. Молодкина, Ю. П. Пальцев, Е. С. Почтарева, Р. Ф. Афанасьева // ЗНиСО. – 2007. – вып. 10. – С.23-32.

39. Сальм, Я.Й. Физика атмосферы и океана // Изв. АН СССР. – 1988. – Т. 24, вып. 5. – С. 561-563.

40. Севостьянов, В. А. Метод фитологического восстановления аэроионного баланса атмосферы мегаполисов // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2012. – вып. 3. С.6-10.

41. Симкина, В.Е., Аэроионный состав воздушной среды и здоровье // Сборник материалов V Всероссийской, 58 научно-практической конференции молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» (16-19 апреля 2013 г.) – Кемерово: КузГТУ, 2013. – Т. 1, – 256 с.

42. Скипетров, В.П. Аэроионы и жизнь / - Изд. 4-е, перераб. - Саранск: «Красный Октябрь», 2011. – 136 с.

43. Скипетров, В.П. Аэроионы и жизнь. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Саранск: «Красный Октябрь», 2005. – 136 с.

44. Смирнов, В.В. Атмосферные ионы // Тр. ин-та эксперим. метеорологии. – 1980. – Вып. 24(89). – С. 3-28.

Сторчевой, В. Ф. Электротехнология озонирования и ионизации воздушной среды в животноводческих помещениях. / В. Ф. Сторчевой, А. В. Федин, Р. Ю. Чернов, А. М. Зиновьев // Природообустройство. – 2008. – вып. 2. – С. 45-57.

45. Судаков, К.В. Теория функциональных систем и профилактическая медицина // Вестник РАМН. – 2001. – вып. 5. – С. 7-14.

46. Счетчик ионов «Сапфир-3К». Паспорт, техническое описание, инструкция по эксплуатации. – 1999. – 22 с.

47. Т.А. Саулова, Фитоионизация - эффективный способ очистки воздуха от техносферных загрязнений в нормальных и экстремальных условиях. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – вып. 13. С.16-20.

48. Челноков, А.А. Охрана труда. / А.А. Челноков, И.Н. Жмыхов, В.Н. Цап — Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 671 с.

49. Черный К.А. Особенности и основные закономерности формирования аэроионного состава воздуха при проведении профилактических и физиотерапевтических сеансов в помещениях различного назначения. / К.А. Черный, А.В. Храмов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – вып. 8. – С. 196-200.

50. Черный, К.А. К вопросу о классификации аэроионов // Перспективы науки. Актуальные вопросы биотехнологий и медицины. – 2011. – вып. 5. – С. 225-229.

51. Черный, К.А. Методологический подход к применению коронных аэроионизаторов при проведении коррекции аэроионного состава воздуха помещений // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – Т. 32, вып. 6. – С. 48-53.

52. Черный, К.А. Проблемы оценки и нормирования аэроионного состава воздуха рабочей зоны. / К.А. Черный, А.В. Храмов // Вестник ПНИПУ. Безопасность и управление рисками. – 2014. – вып 1. – 164 с.

53. Черный, К.А. Современное представление о природе аэроионов и их классификация Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – вып 7. – С. 15-20.

54. Чижевский, А. Л. К истории аэроионификации. – Москва, 1930. – 250 с.

55. Чижевский, А. Л., Аэроионификация в народном хозяйстве – Москва: ГОСПЛАНИЗДАТ, 1960. – 663 с.

56. Чинкин, А.С. Влияние аэроионизации воздуха на физическое развитие и функциональное состояние организма

юных пловцов. / А.С. Чинкин, Т.Г. Кириллова, М.Г. Долбнин // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2007. – вып. 1 . – 6 с.

57. Шевченко, Е.В. Изучение влияния аэроионов на организм человека в первой половине XX столетия: краткий исторический обзор. / Е.В. Шевченко, А. В. Коржуев // Сиб. мед. журн. – Иркутск, 2010. –вып. 1. – С.131-133.

58. Шумилин, В.К. Аэроионизация воздуха рабочих мест повышает работоспособность и надежность персонала // Вестник МГУПИ. Серия: машиностроение. – 2014. – вып. 55. – С.176-194.

59. Щеткин, Ю. Ю. Формирование культуры здорового образа жизни как стратегический ориентир и технология развития человеческого потенциала (к вопросу об актуальности расширения практики оротерапии (на примере РГЭУ (РИНХ)) // Вестник Таганрогского института имени А.П. Чехова. – 2015. – вып. 2. – С.246-251.

60. Meschke, S. The effect of surface charge, negative and bipolar ionization on the deposition of airborne bacteria./ Smith B.D., Geftter P. et al. –J. Appl. Microbiol, 2009. – Т. 106. – вып. 4. – С. 1133-1139.