

УДК 004.051

АЭРОИОНИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ЕЁ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА

Волкова И. В.^{1,2}, Джалмухамбетова Е. А.¹, Цыгута А. Н.¹, Можарова А. В.¹

¹Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф.М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Астрахань, Россия

²Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Статья **поступила** 11.10.2024, **принята** к публикации 24.12.2024. Опубликовано онлайн.

Аннотация. Значительная часть времени учащихся и преподавателей проходит в закрытых помещениях, поэтому проблема обеспечения комфортного микроклимата становится особенно актуальной. Одним из факторов, влияющих на самочувствие и работоспособность человека, является качество воздуха, в частности, его ионный состав. Аэроионизация – это процесс насыщения воздуха отрицательно или положительно заряженными ионами, которые оказывают влияние на физиологическое состояние человека. В закрытых помещениях, концентрация аэроионов часто оказывается недостаточной, что может привести к ухудшению самочувствия, снижению концентрации внимания и повышенной утомляемости. В статье рассматривается механизм аэроионизации, включая физические и химические процессы, лежащие в основе образования аэроионов. Кроме того, рассматриваются приборы, которые позволяют оценить уровень ионизации воздуха в помещении. В рамках исследования были проведе-

ны измерения уровня аэроионов в различных учебных помещениях. Результаты показали, что в большинстве случаев концентрация аэроионов в закрытых помещениях значительно ниже оптимального уровня, необходимого для поддержания комфортного микроклимата. На основе полученных данных авторы статьи предлагают рекомендации по улучшению ионного состава воздуха в учебных помещениях. В частности, рекомендуется использование ионизаторов в сочетании с системами вентиляции и кондиционирования воздуха. Также подчеркивается важность регулярного контроля уровня аэроионов с помощью специализированных приборов, что позволит своевременно выявлять и устранять проблемы, связанные с недостаточной ионизацией воздуха.

Ключевые слова: аэроионизация, учебные помещения, микроклимат, ионизаторы, аэроионы, концентрация аэроионов, аэрионный состав воздуха, комфортная среда

AEROIONIZATION OF EDUCATIONAL PREMISES AND ITS ROLE IN PROVIDING A COMFORTABLE MICROCLIMATE

Volkova I. V.^{1,2}, Dzhal mukhambetova E. A.¹, Tsyguta A. N.¹, Mozharova A. V.¹

¹Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russia

²Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Abstract. Students and teachers spend a significant part of their time indoors, so the problem of ensuring a comfortable microclimate is becoming especially relevant. One of the factors affecting human well-being and performance is air quality, in particular, its ionic composition. Aeroionization is the process of saturation of air with negatively or positively charged ions, which affect the physiological state of a person. In enclosed spaces, the concentration of aeroions is often insufficient, which can lead to deterioration in well-being, decreased concentration and increased fatigue. The article discusses the mechanism of aeroionization, including the physical and chemical processes underlying the formation of aeroions. In addition, devices that allow you to assess the level of air ionization in a room are considered. The study included measurements of the level of aeroions in various classrooms. The results showed that

in most cases the concentration of air ions in closed spaces is significantly lower than the optimal level required to maintain a comfortable microclimate. Based on the data obtained, the authors of the article offer recommendations for improving the ionic composition of air in classrooms. In particular, it is recommended to use ionizers in combination with ventilation and air conditioning systems. The importance of regular monitoring of the level of air ions using specialized devices is also emphasized, which will allow timely detection and elimination of problems associated with insufficient air ionization.

Keywords: aeroionization, classrooms, microclimate, ionizers, aeroions, concentration of air ions, aeroionic composition of air, comfortable environment

Введение

Современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью создания комфортных условий для учащихся и преподавателей, что напрямую влияет на их работоспособность, концентрацию внимания и общее самочувствие. Одним из важных, но часто недооцененных факторов микроклимата является ионный состав воздуха. Аэроионизация – процесс насыщения воздуха отрицательно и положительно заряженными ионами – играет ключевую роль в поддержании оптимального качества воздуха. Целью данной статьи является исследование уровня аэроионов в различных учебных помещениях и их сравнение с санитарными нормами, установленными в СанПиН.

Изучение влияния аэроионов на здоровье человека началось в конце XIX века. Одним из первых исследователей в этой области был русский ученый А.Л. Чижевский, который в 20-х годах XX века разработал теорию о биологическом воздействии аэроионов [1]. Чижевский доказал, что от-

рицательные аэроионы оказывают благотворное влияние на организм, улучшая обмен веществ, укрепляя иммунитет и снижая уровень стресса. Его работы легли в основу современных исследований в области аэроионизации.

Дальнейший интерес к этой теме связан с урбанизацией и увеличением времени, проводимого людьми в закрытых помещениях. Современные исследования [2-10] подтверждают, что недостаток аэроионов в воздухе может привести к усталости, головным болям, снижению концентрации внимания и общему ухудшению самочувствия. В связи с этим аэроионизация стала важным направлением в создании комфортных условий для жизни и работы.

Механизм аэроионизации

Аэроионизация – это процесс образования ионов в воздухе, который происходит под воздействием различных факторов.

Аэроионы, чаще всего, представляют собой молекулы кислорода или азота, которые потеряли или приобрели электрон, получив таким образом положительный или отрицательный заряд.

В естественных условиях аэроионы образуются благодаря ряду процессов, представленных в виде схемы на (рис. 1).

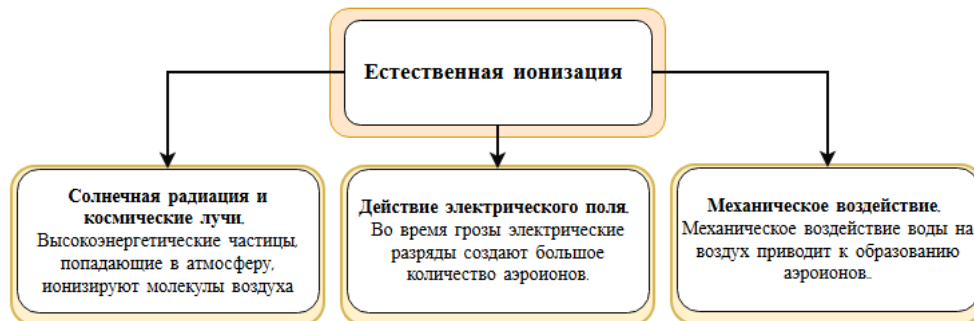


Рис. 1. Образование аэроионов естественным способом

В закрытых помещениях естественные источники аэроионов практически отсутствуют, что приводит к снижению их концентрации. Кроме того, электронная техника, такая как компьютеры, принтеры и кондиционеры, поглощает аэроионы, что усугубляет ситуацию.

В России требования к уровню аэроионов в воздухе регламентируются Санитарными правилами и нормами (СанПиН). Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [11], оптимальная концентрация отрица-

тельных аэроионов в учебных помещениях должна составлять не менее 600 ионов/см³, а положительных – не менее 400 ионов/см³.

На рабочих местах, на которых есть источники электростатических полей, например, компьютерные классы, допускается отсутствие аэроионов с положительным зарядом.

Эти нормы были установлены на основе многолетних исследований, подтверждающих положительное влияние аэроионов на здоровье и работоспособность человека. Гигиенический норматив концентраций аэроионов представлен в таблице 1.

Таблица 1 [11]

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, ϱ (ион/см ³)		Коэффициент униполярности, $У$
	положительной полярности	отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\varrho^+ \geq 400$	$\varrho^- > 600$	от 0,4 до 1
Максимально допустимые	$\varrho^+ < 50000$	$\varrho^- \leq 50000$	

Кроме того, СанПиН рекомендует регулярный контроль уровня аэроионов с использованием специализированных приборов, таких как аэроионные счетчики. В случае выяв-

ления отклонений от норм рекомендуется принимать меры по улучшению ионного состава воздуха, включая использование ионизаторов и оптимизацию систем вентиляции.

Материалы и методы

Для контроля уровня аэроионов используются специализированные приборы, такие как аэроионные счетчики. Эти устройства работают на основе принципа аспирации: воздух засасывается в прибор, где ионы разделяются по заряду и подсчитываются с помощью электродов. Аэроионные счетчики позволяют измерять концентрацию как отрицательных, так и положительных аэроионов, что необходимо для оценки эффективности работы ионизаторов и общего состояния микроклимата. Регулярный мониторинг уровня аэроионов помогает своевременно выявлять отклонения от норм и принимать меры по их устранению.

Для оценки уровня аэроионов в учебных помещениях были проведены измерения в различных типах помещений: аудиториях, лабораториях, компьютерных классах. Исследования проводились с ис-

пользованием аэроионного счетчика Сапфир-3К в течение учебного дня. Замеры осуществлялись два раза в сутки, чтобы учесть влияние количества людей, работы вентиляции и электронной техники на уровень ионизации воздуха.

Устройство и принцип работы счетчика аэроионов «Сапфир-3К»

Счетчик аэроионов «Сапфир-3К» – компактный настольный прибор (100×130×170 мм), оснащенный аспирационной камерой для анализа воздуха.

На корпусе расположены вентиляционные отверстия для поддержания теплового режима, а также элементы управления: индикаторное табло, кнопки калибровки, проверки нуля, переключения режимов, рубильник и разъемы для подключения к ПК и питания (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид счетчика Сапфир-3К

Прибор работает при температуре $22 \pm 5^\circ\text{C}$, влажности 30–80% и давлении 760 ± 30 мм рт. ст. Основной элемент – аспирационная ионная камера, через которую прокачивается воздух. Ионы, поступающие с воздухом, под действием электростатического поля оседают на собирающем электроде. Заряд измеряется и усиливается, после чего данные выводятся на индикатор. «Сапфир-3К» измеряет концентрацию по-

ложительных и отрицательных аэроионов в диапазоне от $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^6$ см^{-3} с подвижностью $\geq 0,4$ $\text{см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$.

Прибор автоматически выбирает один из трех поддиапазонов и обеспечивает точность измерений с погрешностью, не превышающей установленных норм. Расход воздуха через камеру – 230 ± 23 л/мин, емкость камеры – 13 ± 1 пФ.

Режимы работы:

1. «Калибровка» проводится при включении прибора. Двигатель остановлен, камера закрыта. Периодичность измерений ~ 4 с. Прогрев занимает 5 минут.
2. «Проверка нуля» Оценивает собственный фон прибора. Допустимые показания: 0,00–0,03.
3. В режиме «Измерения» двигатель включен, камера открыта. Доступны режимы усреднения данных (от 4 до 64 секунд). Для анализа рекомендуется использовать режим «среднее за 16 отсчетов».

Прибор обеспечивает точное измерение концентрации аэроионов, что делает

его удобным инструментом для исследований качества воздуха.

Результаты

В рамках проведенного исследования были изучены семь учебных аудиторий, расположенных на территории ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Их описание представлено на рис. 3. Основное внимание уделялось оценке концентрации положительных и отрицательных аэроионов в воздухе, а также коэффициенту униполярности, в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21.

Компьютерные классы	Лекционные аудитории	Лаборатории
Главный корпус 210 аудитория Располагается на 2 этаже и является компьютерным классом. В кабинете имеются 4 окна с восточной стороны; 45 компьютеров и светильники общего освещения. Площадь аудитории 50 м².	4 корпус 309 аудитория Располагается на 3 этаже и является лекционной. В кабинете имеются 2 окна с южной стороны; вентиляция; светильники общего освещения. Площадь аудитории 32,5 м².	2 корпус 203 аудитория Располагается на 2 этаже и является лабораторией. В кабинете имеются 3 окна с западной стороны; 4 холодильника; термостат и светильники общего освещения. Площадь аудитории 38 м².
4 корпус 206 аудитория Располагается на 2 этаже и является компьютерным классом. В кабинете имеются 2 окна с северной стороны; 11 компьютеров и светильники общего освещения. Площадь аудитории 25 м².	4 корпус 302 аудитория Располагается на 3 этаже и является лекционной. В кабинете имеются 5 окон с северной стороны; 1 компьютер; 1 проектор; вентиляция. Площадь аудитории 78,7 м².	4 корпус 329 аудитория Располагается на 3 этаже и является лабораторией. В кабинете имеются 3 окна с южной стороны; вентиляция; светильники общего освещения. Площадь аудитории 50 м².
4 корпус 305 аудитория Располагается на 3 этаже и является компьютерным классом. В кабинете имеются 3 окна с южной стороны; 11 компьютеров; 1 сплит-система; 1 проектор; вентиляция; светильники общего освещения. Площадь аудитории 50 м².		

Рис. 3. Характеристики исследуемых помещений

В ходе исследования были проведены замеры до и после занятий в каждой аудитории. Условия измерений включали различные параметры, такие как температура, влажность, отмечалось наличие работающей электронной техники, а также наличие вентиляции и возможность проветривания помещений. Наиболее заметные изменения наблюдались в аудиториях, где использовались компьютеры и другие электронные устройства, а также в помещениях с ограниченным доступом свежего воздуха.

Например, в аудитории 210 главного корпуса, которая является компьютерным классом, до начала занятий температура составляла 29°C при влажности 25%. Концентрация положительных аэроионов была зафиксирована на уровне 90 ион/см³, а отрицательных – 37 ион/см³. Эти значения значительно ниже минимально допустимых норм: концентрация положительных ионов была ниже в 4,4 раза, а отрицательных – в 16 раз. Коэффициент униполярности, который отражает соотношение положительных и отрицательных ионов, составил 2,4, что превышает допустимый порог в 1,4 раза. После проведения занятий, в условиях работы компьютеров и закрытых окон, температура повысилась до 30°C, а влажность – до 30%. Концентрация аэроионов снизилась до 69 ион/см³ для положительных и 12 ион/см³ для отрицательных, а коэффициент униполярности увеличился до 5,75. Это свидетельствует о значительном ухудшении аэроионного состава воздуха в процессе эксплуатации помещения.

Аналогичная ситуация наблюдалась в аудитории 203 второго корпуса, которая используется для проведения лабораторных работ. До занятий, при температуре 20°C и влажности 51%, концентрация отрицательных аэроионов составила 370 ион/см³, что ниже нормы на 230 ион/см³, а положительных – 872 ион/см³, что соответствует требованиям. Однако после проведения занятий с закрыты-

ми окнами и выключенными вытяжными шкафами, отрицательные аэроионы практически исчезли, а концентрация положительных снизилась до 300 ион/см³. Коэффициент униполярности в этом случае стремился к бесконечности, что указывает на полное отсутствие отрицательных ионов в воздухе.

В качестве третьего типа помещения можно рассмотреть аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий. Например, в ходе исследования аэроионного состава воздуха в аудитории 309 четвертого корпуса были проведены также две серии замеров. Первая серия осуществлялась в пустой аудитории при температуре 22°C и относительной влажности 47%. Концентрация отрицательных аэроионов составила 190 ион/см³, что на 410 ион/см³ ниже установленного норматива. Концентрация положительных аэроионов была зафиксирована на уровне 670 ион/см³, что соответствует допустимым значениям. Коэффициент униполярности, отражающий соотношение положительных и отрицательных ионов, составил 3,5, что превышает допустимый порог на 2,5 (рис. 9).

После проведения занятий условия в аудитории изменились. Температура повысилась до 24°C, а влажность до 50%. Концентрация отрицательных аэроионов резко снизилась до 30 ион/см³, что на 570 ион/см³ ниже нормы. Концентрация положительных аэроионов также уменьшилась и оказалась на 200 ион/см³ ниже допустимого значения. Коэффициент униполярности еще повысился, превысив норму на 5,7.

Средняя концентрация аэроионов во всех исследованных аудиториях представлена в виде диаграмм на рисунке 4. Синим цветом отмечены результаты измерений перед началом учебных занятий, красным – результаты измерений, проведенные после занятий с включенной техникой и без проветривания помещений.

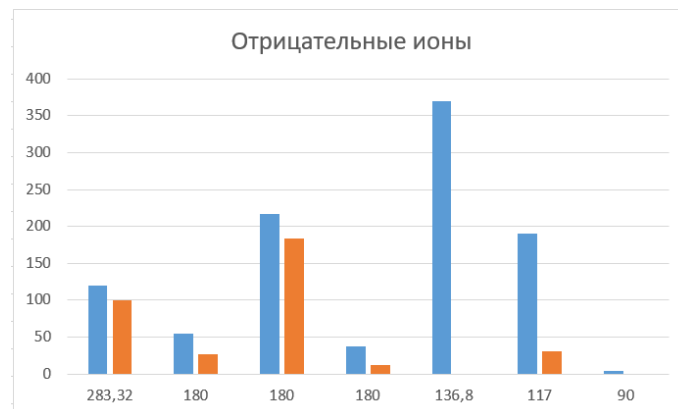
По вертикальной оси отмечено количество аэроионов (в ион/см³), а по горизонтальной – объемы помещений (в м³) расположенные в порядке убывания.

Явной зависимости концентрации аэроионов от объема помещения в полученных результатах не выявлено. Это объясняется, прежде всего, различным наполнением аудиторий оборудованием, компьютерной техникой и различными условиями воздухо-

обмена. Но при сравнении помещений с одинаковым объемом (180 м³) можно отметить более высокие показатели у лаборатории, которая оснащена вентиляцией. Коэффициент униполярности не соответствовал требованиям СанПиН ни в одной из исследованных аудиторий. Но наилучший результат также был отмечен в лаборатории № 329 при проветривании аудитории



а



б

Рис. 4. Средняя концентрация аэроионов в учебных помещениях:
а) уровень положительных ионов; б) уровень отрицательных ионов

Практически во всех исследованных аудиториях наблюдалось значительное снижение концентрации аэроионов, особенно отрицательных, по сравнению с нормативными значениями, в некоторых аудиториях, где концентрация отрицательных аэроионов была близка к нулю, а коэффициент униполярности значительно превы-

шал допустимые значения. Это связано с отсутствием регулярного проветривания помещений. Важно отметить, что в некоторых аудиториях изначально низкие показатели концентрации аэроионов были связаны с высокой загруженностью помещений и отсутствием естественного воздухообмена.

В таких условиях даже незначительное увеличение числа студентов или продолжительности занятий приводит к резкому ухудшению качества воздуха.

Обсуждение и выводы

На основании полученных данных можно сделать вывод, что уровень аэроионов в большинстве учебных помещений значительно ниже оптимального значения. Это связано с недостаточной вентиляцией и наличием большого количества электронной техники, которая поглощает аэроионы. Для улучшения ситуации рекомендуется внедрение ионизаторов в сочетании с системами вентиляции и регулярный мониторинг уровня аэроионов.

Для улучшения аэроионного состава воздуха в учебных помещениях рекомендуется:

1. Регулярное проветривание аудиторий, особенно после занятий.
2. Использование ионизаторов воздуха для восстановления баланса положительных и отрицательных ионов.
3. Ограничение времени работы электронной техники.
4. Проведение дополнительных исследований для оценки эффективности внедрения ионизаторов.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость внедрения мер по улучшению качества воздуха в учебных помещениях, что будет способствовать созданию более комфортных и безопасных условий для студентов и преподавателей.

Правильно организованный процесс ионизации воздуха способствует улучшению самочувствия и работоспособности учащихся и преподавателей.

Внедрение современных технологий аэроионизации и регулярный контроль уровня аэроионов позволят создать благоприятные условия для обучения и работы.

Список литературы

1. Скипетров, В. П. Аэроионы и жизнь / В. П. Скипетров. – Издание 4-е, переработанное. – Саранск: Республиканская типография «Красный Октябрь», 2011. – 136 с. – ISBN 978-5-7493-1594-3. – EDN QKUCGF.
2. Богданова, А.М. К вопросу о применении ионизации в системах создания микроклимата. / А.М. Богданова, А.С. Занин, А.В. Гришкова // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2020. – № 1. – С. 162-165.
3. Мазаева, Е. В. Влияние аэроионного состава воздушной среды на здоровье / Е. В. Мазаева, Е. С. Малыхина // Актуальные вопросы гигиены на современном этапе : Материалы 3-й научно-практической конференции Южного федерального округа, Ростов-на-Дону, 18 декабря 2020 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный медицинский университет, 2020. – С. 71-76. – EDN MWIYVJ.
4. Гуськов, А.С. Комплексная гигиеническая оценка ионизации воздушной среды закрытых помещений: Автореф. дис. канд. био. наук. – Москва, 2005. – 125 с.
5. Федорук, Н. А. Аэроионный состав воздуха как индикатор качества воздуха урбанизированных территорий (на примере г. Дубна) / Н. А. Федорук, Е. В. Архипова // Сергеевские чтения: геоэкологические аспекты реализации национального проекта «Экология». Диалог поколений : Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, Москва, 24 марта 2020 года. Том Выпуск 22. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – С. 86-90. – EDN KVFBGA.
6. Шевченко, Е.В. Изучение влияния аэроионов на организм человека в первой половине XX столетия: краткий исторический обзор / Е.В. Шевченко, А.В. Коржув // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 92. – С. 131-133.

7. Jiang, S.Y. Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement. / S.Y. Jiang, A. Ma, S. Ramachandran // International journal of molecular sciences. – 2018. – № 10. – P. 2-3.
8. Кот, Т. П. Влияние аэроионного состава воздуха на здоровье человека / Т. П. Кот, О. В. Абметко, А. А. Король // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 марта 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 337-338.
9. Курников А. С., Ширшин А. С. Искусственная ионизация воздуха // Научные проблемы водного транспорта. 2005. №13. С. 82-97.
10. Букуриев, Г. Оценка аэроионного состава воздуха в учебных помещениях как оптимизация среды обитания человека / Г. Букуриев, И. В. Волкова // Актуальные решения проблем водного транспорта : сборник материалов III Международной научно-практической конференции., Астрахань, 29–31 мая 2024 года. – Астрахань: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 136-139. – EDN DLHDXP.
11. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года) [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=text> (дата обращения 27.11.2024)
1. Skipetrov, V.P. Aeroiony i zhizn' [Aeroions and life]. Saransk, Respublikanskaia tipografiia «Krasnyi Oktiabr'», 2011, 136 p.
2. Bogdanova A.M., Zanin A.S., Grishkova A.V. K voprosu o primeneniі ionizatsii v sistemah sozdaniia mikroklimata [On the application of ionization in microclimate systems] Sovremennye tehnologii v stroitel'stve. Teoriia i praktika, 2020, no. 1, pp. 162-165.
3. Mazaeva E.V., Malykhina E.S. Vlianie aéroionnogo sostava vozdukhnoi sredy na zdorov'e [The effect of the aerionic composition of the air environment on health] Aktual'nye voprosy gigeny na sovremennom etape: Materialy 3-i nauchno-prakticheskoi konferentsii Iuzhnogo federal'nogo okruga, Rostov-na-Donu, Rostovskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet, 2020, pp. 71-76.
4. Gus'kov A.S. Kompleksnaia gigenicheskaia otsenka ionizatsii vozdukhnoi sredy zakrytykh pomeshchenii: [Comprehensive hygienic assessment of indoor air ionization]. Abstract of Ph. D. thesis. Moskva, 2005, 125 p.
5. Fedoruk N.A., Arkhipova E.V. Aeroionnyi sostav vozdukha kak indikator kachestva vozdukha urbanizirovannykh territorii (na primere g. Dubna) [Aeroionic composition of air as an indicator of the air quality of urbanized territories (using the example of Dubna)]. Sergeevskie chteniia: geoeologicheskie aspekty realizatsii natsional'nogo proekta «Ekologiya». Dialog pokolenii: Materialy godichnoi sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoeologii, inzhenernoi geologii i gidrogeologii, Moskva, Rossiiskii universitet druzhby narodov (RUDN), 2020, pp. 86-90.
6. Shevchenko E.V., Korzhuev A.V. Izuchenie vlianiia aéroionov na organizm cheloveka v pervoj polovine HH stoletija: kratkij istoricheskij obzor [The study of the effect of aeroions on the human body in the first half of the twentieth century: a brief historical overview] Sibirskij medicinskij zhurnal, 2010, no. 92, pp. 131-133.
7. Jiang, S.Y. Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement. S.Y. Jiang, A. Ma, S. Ramachandran // International journal of molecular sciences. – 2018. – № 10. – P. 2-3.
8. Kot T.P., Abmetko O.V., Korol' A.A. Vlianie aéroionnogo sostava vozdukha na zdorov'e cheloveka [The effect of aeroionic composition of air on human health]. Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skokhoziaistvennoi produktii: sbornik statei III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, BGATU, 2017, pp. 337-338.

References

9. Kurnikov A.S., Shirshin A.S. Iskusstvennaja ionizacija vozduha [Artificial air ionization] Nauchnye problemy vodnogo transporta, 2005, no. 13. pp. 82-97.

10. Bukuriyev G., Volkova I.V. Otsenka aeroionnogo sostava vozdukhа v uchebnykh pomeshcheniiakh kak optimizatsiia sredy obitaniia cheloveka [Assessment of the aerionic composition of air in classrooms as an optimization of the human environment]. Aktual'nye resheniia problem vodnogo transporta: sbornik materialov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konfer-

entsii, Astrakhan', Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta, 2024, pp. 136-139.

11. Sanitarnye pravila i normy SanPiN 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovaniia k obespecheniiu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlia cheloveka faktorov sredy obitaniia» (s izmeneniiami na 30 dekabria 2022 goda) [Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans], 2022, available at: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=text> (accessed 27 November 2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Волкова Ирина Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры «Гидробиология и общая экология»; Астраханский государственный технический университет, 414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16; профессор кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, gridasova@mail.ru

Джалмухамбетова Елена Азатуллаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, kimrt.vo@bk.ru

Volkova Irina Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor, Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, 16, str. Tatishchev, 414025; Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences Disciplines; Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Russia, Astrakhan, 6, str. Nikolskaya, 414000

Dzhalmukhambetova Elena Azatullaevna, Candidate of of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor at the Department of Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Russia, Astrakhan, 6, str. Nikolskaya, 414000

Цыгута Анна Николаевна, старший преподаватель кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, kimrt.vo@bk.ru

Можарова Анастасия Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», Каспийский институт морского и речного транспорта имени генерал-адмирала Ф. М. Апраксина – филиал Волжского государственного университета водного транспорта, 414000, г. Астрахань, ул. Никольская, стр.6, a.mozharova@astvsuwt.ru

Tsyguta Anna Nikolaevna, Senior lecturer at the Department of Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Russia, Astrakhan, 6, str. Nikolskaya, 414000

Mozharova Anastasia Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences, Caspian Institute of Sea and River Transport named after General-Admiral F. M. Apraksin – branch of Volga State University of Water Transport, Russia, Astrakhan, 6, str. Nikolskaya, 414000