

УДК 621.3.088.2:51-73

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОИОНОВ ПРИБОРАМИ САПФИР-3М

Сторожаков С.Ю., Шубович А.А., Чернявский А.Н.

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, e-mail: volgau@volgau.com

В двадцать первом веке все более востребованными в сельском хозяйстве, в медицине и в промышленности являются технологии, которые позволяют оказывать положительное воздействие на окружающую среду, человека и сельскохозяйственных животных. Пример такой технологии – искусственная ионизация воздуха. Однако существенным недостатком этой технологии является проблема контроля концентрации аэроионов в воздухе. В статье приводятся результаты исследования показаний счетчика аэроионов «Сапфир-3М». Целью проводимых опытов было сравнение показаний измерений однотипными приборами счетчиками аэроионов «Сапфир-3М» с применением методов математической статистики. Методика проведения экспериментальных работ заключалась в сравнении при прочих равных условиях получаемых показаний счетчиков, анализ результатов с последующей корректировкой дальнейших измерений. В результате проведенных исследований были получены устойчивые результаты данных по количеству аэроионов в воздухе. Установлены условия, при которых возможно производить замеры количества аэроионов в воздухе с минимальной погрешностью измерения.

Ключевые слова: аэрион, генератор аэрионов, счетчик аэрионов, ионизация воздуха, коэффициент асимметрии

RESEARCHES ON CONFIRMATION OF ACCURACY CONCENTRATION OF AERO IONS SAPPHIRE-3M DEVICES

Storozhakov S.Yu., Shubovich A.A., Chernyavskiy A.N.

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, e-mail: volgau@volgau.com

In the XXI century the technologies having positive effect on environment, human and farm animals are desirable in agricultural, medical and industrial spheres. One of the technologies is artificial ionization. However an essential lack of this technology is the problem of control of concentration of aero ions in air. In the article the Sapphire-3M measurement analysis research results are introduced. The research objective is matching measurements of one-type devices using statistical theory. The research technique is comparison of measurements received under varying environment conditions and result analysis and adjustment of further measurements. In research the air ion concentration results have been received. The air ion concentration minimal roughness measure conditions are established.

Keywords: air ion, generator of air ions, air ions counter, air ionization, asymmetry ratio

Искусственная ионизация воздуха аэрионами осуществляется для восполнения недостатка отрицательных ионов заданной концентрации в ограниченном объеме воздушной среды. По данным исследований [2] даже вентилятор приточной вентиляции и обычная москитная сетка на окне полностью лишают поступающий воздух отрицательно заряженных ионов. Также следует отметить, что отрицательные ионы это, как правило, атомарный кислород или более крупные агломераты молекул и аэрозолей воздуха, которые имеют ограниченный срок существования – срок «жизни». При встрече с положительно заряженным ионом отрицательный заряд нейтрализуется [3].

О положительном влиянии отрицательных ионов на живые организмы известно уже давно. Многими исследователями выявлены факты благотворного влияния различных концентраций отрицательных аэроионов [2, 3, 8, 9]. Однако искусственная ионизация не получила достаточно широкого распространения в современных средствах улучшения жизнедеятельности организма. Одна из причин этого – техни-

ческая сложность измерения уровня концентрации аэроионов. В настоящее время в России имеются несколько сертифицированных счетчиков аэроионов. Одним из них является Сапфир-3М (производитель НПФ «Янтарь») [7]. Этот прибор регистрирует как отрицательные, так и положительные аэроионы. Заявляемая производителем погрешность измерений составляет от 30 до 50 процентов от диапазона измерений. Разброс показаний получается довольно внушительный.

При применении в опытах по подсчету аэроионов разных приборов «Сапфир-3М» зачастую возникает проблема, что показания результатов испытаний одного прибора при одних и тех же условиях значительно отличаются от показаний другого прибора. Методики по измерению количества аэроионов приборами «Сапфир-3М» заводом-изготовителем не предлагается. Возникает вопрос, насколько верны измерения и в чем причина допущений в точности? В таких условиях возникла потребность провести испытания на нескольких однотипных приборах и сравнить полученные результаты.

Целью проводимых опытов было сравнение показаний счетчиков «Сапфир-3М» с применением методов математической статистики [1, 7]. В качестве источника аэроионов использовался генератор аэроионов «Габи-01» (производитель НТМ-Защита) [6]. Он позволяет генерировать аэроионы положительной и отрицательной полярности, как одновременно, так и поочередно, до 50000 ион/см³ с регулируемой градацией в процентном отношении. Показания каждого из счетчиков сравнивали при замерах одинаковой концентрации аэроионов при неизменных параметрах окружающей среды (температура, влажность и др.). В процессе проведения измерений было исключено движение воздуха как один из факторов, влияющих на результаты подсчетов. Для этого счетчик и генератор аэроионов помещались в воздуховод (рисунок).

Измерения проходили при разных расстояниях между генератором и счетчиком, а режимы работы счетчика настраивались на различные усреднения (8, 16 и 32 секунды). Методика проведения экспериментальных работ заключалась в сравнении получаемых показаний счетчиков, при прочих равных условиях, а также анализе результатов с последующей корректировкой дальнейших измерений. Накоплен большой дискретный материал, который позволил применить математический аппарат к обработке результатов. Опыты проводились при следующих параметрах окружающей среды: температура воздуха 22 градуса, влажность 25%, атмосферное давление 755 мм рт.ст. В табл. 1–5 приведены результаты пяти серий замеров отрицательных аэроионов, выполненных при помощи прибора «Сапфир-3М» № 14060.



Счётчик и генератор аэроионов внутри воздуховода

Таблица 1

Опыт А₁. Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,25 м. Выработка ионов – 10000 ион/см³ (мощность 20%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	45,5	46,4	42	52,9
2	41,4	57,1	53,9	43,4
3	41,8	38	47,5	44,9
4	46,8	45,9	44	46,7
5	47,8	45,3	45,5	41,3
6	42,5	29,8	44,7	42,9
7	45,6	56,8	43,2	47,2
8	42,1	46,2	42,1	43,1
9	43,1	38,8	40,1	45,5
10	44,5	53,6	38,1	44,2

Таблица 2

Опыт A_2 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,5 м. Выработка ионов – 30000 ион/см³ (мощность 60%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	106	89,6	95,4	119
2	106	98,4	85	110
3	104	91,5	100	108
4	95,7	110	90,7	106
5	97,8	95	98,7	113
6	115	109	93,6	101
7	98,7	93	97,5	102
8	96,8	101	96,5	97,4
9	103	91,7	105	102
10	101	96,6	108	100,9

Таблица 3

Опыт A_3 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,75 м. Выработка ионов – 50000 ион/см³ (мощность 100%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	45,3	45,6	46,1	45,6
2	43,1	45,7	46,7	41,2
3	36,4	42,3	44,7	42,7
4	46,4	45,3	44,9	41,7
5	43,5	41,4	45,1	43,4
6	46,7	43,7	41,4	47,7
7	47,5	42,5	42,1	45,1
8	42,3	41,6	44,8	41
9	46,6	41,7	46,4	39,9
10	47,1	43,9	44,4	40

Таблица 4

Опыт A_4 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 1,0 м. Выработка ионов – 30000 ион/см³ (мощность 60%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	9,9	9,5	8,7	9,1
2	10	9,4	8,6	9,6
3	11,5	7,8	7,9	8,9
4	8,7	10,6	9,1	8,7
5	4,9	8,4	11	8,4
6	11,1	11	10,8	9,4
7	10,7	8,6	10,6	9,3
8	9,7	9,3	11,2	9,4
9	8,7	9,6	9,7	10,3
10	8,9	9,7	9,4	10,4

Таблица 5

Опыт A_5 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,25 м. Выработка ионов – 30000 ион/см³ (мощность 60%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	121,3	122,3	121	128,2
2	130,4	124,5	131,4	127,4
3	125,6	126,2	129,9	124,1
4	125,7	130,3	119,9	122,3
5	127,1	131,1	123,4	123,4
6	128,4	127,3	124,7	120,3
7	130	129,3	126,8	121,4
8	122,2	126,8	123,1	124
9	124,5	121	131,1	123,7
10	126,1	120,9	129,2	126,1

Далее, опыты проводились на приборе «Сапфир-3м» № 14066 при тех же параметрах температуры воздуха, влажности и атмосферного давления. Результаты занесены в табл. 6–9.

Таблица 6

Опыт B_1 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,25 м. Выработка ионов – 10000 ион/см³ (мощность 20%).

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	45,6	46,9	42,1	52,78
2	41,8	57,2	53,4	43,7
3	41,1	38,4	47,1	44,8
4	46,9	45,5	44,5	46,4
5	47,2	45,5	45,1	41,1
6	42,5	29,1	44,8	42,6
7	45,1	56,7	43,5	47,1
8	42,8	46,6	42,6	43,6
9	42,5	45,6	40,1	43,7
10	39,1	45,7	44,1	43

Таблица 7

Опыт B_2 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,5 м. Выработка ионов – 30000 ион/см³ (мощность 60%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	106,1	89,7	95,1	118
2	104	98,6	81	111
3	101	91,4	101	107
4	95,4	110,1	90,4	101
5	97,5	95,7	98,3	114
6	116	104	93,2	101,1
7	98,9	94	97,7	104,4
8	96,1	104	96,3	97,4
9	103	91,6	105,1	102
10	101	96,7	108	100,9

Таблица 8

Опыт B_3 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 0,75 м. Выработка ионов – 50000 ион/см³ (мощность 100%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	45,5	45,1	46,1	45,6
2	43,1	45,4	46,7	41,2
3	36,32	42,6	44,7	42,7
4	46,3	45,8	44,9	41,7
5	43,6	41,9	45,1	43,4
6	46,7	43,4	41,4	47,7
7	47,8	42,6	42,1	45,1
8	42,5	41,1	44,8	41,0
9	44	41,7	46,4	39,9
10	44,1	43,9	44,4	40

Таблица 9

Опыт B_4 . Результаты измерения счетчика в ион/см³. Расстояние между счетчиком и генератором – 1,0 м. Выработка ионов – 30000 ион/см³ (мощность 60%)

	Без усреднения 4 с	Усреднение 8 с	Усреднение 16 с	Усреднение 32 с
1	9,6	9,2	8,1	9,6
2	10,4	9,1	8,3	9,2
3	12,1	8,2	7,7	8,4
4	7,9	9,61	9,5	8,23
5	4,6	8,12	10,5	8,2
6	11,6	11,2	10,4	9,6
7	10,85	8,8	11	9,5
8	9,9	9,6	11,5	9,56
9	8,9	8,4	9,45	10,5
10	8,19	9,4	9,9	10,5

В качестве оценки полученных дискретных распределений в опытах A_1 – B_4 был вычислен коэффициент асимметрии A_s [6]. Полученные значения коэффициента асимметрии занесены в табл. 10. Результаты опытов A_5 показывают, что при расстоянии между приборами 0,25 м увеличение мощности генератора в три раза практически не меняет значение коэффициента асимметрии A_s . Более того, для одного и того же прибора коэффициент A_s уменьшается почти в два раза (в опыте A_1). Это говорит о том, при расстоянии между приборами от 0,25 м до 0,5 м распределение (табл. 1, 2, 5, 6, 7) близко к нормальному [6]. При увеличении расстоя-

ния (в опытах A_4 и B_4), или одновременного увеличения расстояния и мощности генератора (в опытах A_3 и B_3), знак коэффициента асимметрии меняется на противоположный. Это еще раз подчеркивает тот факт, что увеличение мощности генератора аэроионов не ведет к такому же увеличению количества регистрируемых частиц. При увеличении расстояния между источником и приемником аэроионы превращаются в нейтральные частицы, не достигнув счетчика «Сапфир-3М». Поэтому необходимо применение приборов ионизации в совокупности с методами поддержания достаточного уровня концентрации аэроионов в воздухе.

Таблица 10

Значения коэффициента асимметрии A_s в зависимости от расстояния S между приборами и мощности генератора

$S, м$	20%		60%		100%		60%		
	0,25	0,25	0,5	0,5	0,75	1,0	1,0	0,75	
Опыт	A_1	B_1	A_5	A_2	B_2	A_3	B_3	A_4	B_4
A_s	0,227	0,111	0,122	0,336	0,169	-0,64	-0,657	-1,183	-0,765

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены устойчивые результаты дискретных данных по концентрации аэроионов в воздухе. Разработана методика использования прибора «Сапфир-3М», при которой можно измерять количество аэроионов в воздухе с минимальной погрешностью измерения.

Список литературы

1. Андронов А.М., Копытов Е.А., Гринглаз Л.Я. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2004. – 461 с.
2. Баев В.И., Бочаров М.Е. Аэроионизация птичников: монография // ФГБОУ ВПО Волгогр. ГСХА. – Волгоград: Изд-во ВГСХА, 2011. – 192 с.
3. Бочаров М.Е. Электрические процессы внутри организма // Волгогр. ГСХА. – Волгоград: Нива, 2009. – 40 с.
4. Бочаров М.Е., Сторожаков С.Ю., Шубович А.А. Математическая обработка дискретных элементов по исследованию точности измерения концентрации аэроионов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8–2. – С. 239–242.
5. ГАБИ-01. Генератор аэроионов биполярный. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ntm.ru/products/70/7269> (дата обращения: 27.03.16).
6. Горелова Г.В., Кацко И.А. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel: учебное пособие – 4-е изд. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 475 с.
7. Счетчик аэроионов «Сапфир-3М». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ionization.ru/ru/katalog-npf-yantar/15-schetchnik-aeroionov-sapfir-3m.html> (дата обращения: 27.03.16).
8. Тайшин В.А. Ионизация клубней картофеля перед посадкой отрицательными ионами кислорода // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 1. – С. 14–16.
9. Чижевский А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. – 2-е изд., сокр. – М.: Стройиздат, 1989. – 488 с.