

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОЗДУХА КАК ФАКТОРА ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРЫ

¹Амиранашвили А.Г., ¹Матиашвили Т.Г., ¹Нодия А.Г., ²Нодия Х.А.,
¹Харчилава Д.Ф., ⁴Хунджа А.Е., ³Хуродзе Т.В., ¹Чихладзе В.А.

¹Институт геофизики им. Михаила Нодия, 0193, Тбилиси, ул. М.Алексидзе, 1, Avto_Amiranashvili@Excite.com

²Тбилисский государственный университет им. И.Джавахидзе, 0128, Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе, 1.

³Институт вычислительной математики им. Н.Мухелишвили, 0193, Тбилиси, ул.Акури, 8

Известно, что одним из важных аспектов атмосферного электричества является его биологическое действие. В индустриальных районах это действие обычно происходит вместе с негативно влияющими на организм человека промышленными загрязнениями [1,2]. В малозагрязненных районах (сельская местность, курорты, горные регионы и др.) параметры атмосферного электричества (электропроводность воздуха, концентрация легких ионов, напряженность электрического поля) во многом определяют экологическое состояние среды.

Сведения о нормах содержания легких ионов в воздухе (электропроводности воздуха ЭПВ) и их физиологическом действии на организм человека представлены в табл. 1.

Табл. 1

Санитарные нормы содержания легких ионов в воздухе (ЭПВ) и их физиологическое действие на организм человека [3-5].

Расчет ЭПВ производился при значениях средней подвижности положительных ионов – 1.4 см²/в сек , и отрицательных ионов – 1.9 см²/в сек [6] .

Концентрация легких ионов, см ³ (в скобках – ЭПВ 10 ¹⁵ /ом.м)		Уровень	Физиологическое действие
Положительные	Отрицательные		
400 (9)	600 (18)	Минимально необходимый	Положительное действие, в особенности при превышениях концентрации отрицательных ионов над положительными
1500-3000 (34-67)	3000-5000 (91-152)	Оптимальный	Оптимизация кровяного давления, положительное влияние на течение болезней дыхательных органов, бронхиальной астмы, антисептическое действие и др.
50000 (1120)	50000 (1520)	Максимальный	Отрицательная реакция организма
Менее 300 (7)	Менее 300 (9)	Меньше минимального	Усталость, ослабление внимания, замедление реакций, ухудшение памяти, головная боль, нарушение режима кровяного давления и др.

В условиях хорошей погоды в городском воздухе концентрация легких ионов составляет примерно 500 см³, а в сельской местности – 1000 см³. Таким образом с биологической точки зрения условия в городе и сельской местности совершенно различны [7]. Обычно изменение концентрации легких ионов опережает по времени изменение метеорологических условий. Самочувствие человека

зависит от соотношения между количеством положительных и отрицательных ионов в единице объема воздуха. Заводские дымки вызывают уменьшение количества отрицательных ионов. Вентиляция в помещениях вызывает уменьшение количества положительных ионов, не уменьшая концентрацию отрицательных ионов [8].

Значительное снижение суммарной проводимости воздуха информирует организм о возможном формировании погодных условий с гипоксическим эффектом, проявляющимся в организме углублением симптомов хронической кислородной недостаточности (жабы на общую слабость, повышенную утомляемость, одышку, сердцебиение, снижение артериального давления, ухудшение функций дыхания и кровообращения и др.). Такие изменения атмосферного электричества наиболее часто наблюдаются перед установлением циклона, при приближении теплового атмосферного фронта или фронта окклюзии по типу теплого фронта.

По данным скорой медицинской помощи г. Ленинграда за три года, характеризующихся аномальными значениями атмосферного электричества, было выявлено, что в годы, а также отдельные месяцы с высоким значением градиента потенциала и низким уровнем суммарной электропроводности воздуха количество вызовов скорой медицинской помощи, особенно по поводу инфаркта миокарда, резко возрастает. В тех случаях, когда формированию метеопатических эффектов атмосферы предшествовали значительные колебания атмосферного электричества, отмечались наиболее выраженные патологические реакции, особенно у метеопатических больных [9].

Эти результаты подтверждаются в опытах на животных, в которых было установлено, что электрические поля, аналогичные полям, наблюдавшимся при грозах, вызывают уречение ритма сердца, смещение или элиминацию сегмента $-T$, деформацию зубцов T и R , нарушение проводимости [10].

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости учета атмосферно-электрических параметров при медицинском прогнозе погоды. Это весьма актуально для Грузии, где с 1992 года помимо уменьшения количества станций по мониторингу загрязнений, уменьшилось число контролируемых ингредиентов, объем данных измерений, ухудшилось качество информации об уровнях загрязнения атмосферы [11], в том числе и его электрического состояния.

В данной работе представлены результаты исследования изменчивости среднемесячных значений электропроводности воздуха, как фактора чистоты атмосферы и оценки ее влияния на здоровье людей.

В табл.2. представлены статистические характеристики среднемесячных значений положительной электропроводности воздуха в Душети в 1966-1990 гг. Среднее (*Mean*) значение $ЭПВ(+)$ меняется от $13.5 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в феврале до $20.9 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в августе и сентябре. Вариационный размах (*Interv*) от $8.0 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в январе и феврале до $14.0 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в июле; медиана (*Median*) от $13.0 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в феврале до $22.0 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в августе и сентябре; стандартное отклонение (*St Dev*), коэффициент вариации (*C_v*) и стандартная ошибка (σ_m) в указанные месяцы варьируют соответственно: $(1.98 - 3.41) \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$; $(12.4 - 18.1)\%$ и $(0.40 - 0.70) \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$.

Коэффициент асимметрии (*As*) меняется от -0.83 в августе до 0.96 в январе, коэффициент эксцесса (*K*) – от -1.23 в феврале до 0.96 в августе. Абсолютные значения рассчитанных коэффициентов асимметрии и эксцесса меньше утроенных теоретических значений их стандартных отклонений. Соответственно в генеральной совокупности функции распределения среднемесячных значений $ЭПВ(+)$ близки к нормальным.

Стандартная ошибка среднемесячных значений $ЭПВ(+)$ меняется от $\pm 0.48 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в декабре до $\pm 2.26 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в августе. Относительная стандартная ошибка (σ_m/Mean) принимает значения от 2.5% в декабре до 3.7% в феврале и марте.

В этой же таблице представлены значения параметров устойчивости указанных временных рядов $ЭПВ(+)$. Коэффициент линейной корреляции (*R*) между значениями $ЭПВ(+)$ и годами меняется от -0.21 в декабре до -0.83 в августе. Значения коэффициента автокорреляции (*R_a*) при лаге 1 год положительны и принимают значения от 0.03 в феврале (незначимая величина) до 0.85 в августе. Таким образом, во всех указанных временных рядах $ЭПВ(+)$ имеются признаки неслучайности и автокоррелированности.

Статистические характеристики среднемесячных значений положительной электропроводности воздуха ($10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$) в Душети в 1966-1990 гг и их стандартные ошибки без учета (σ_m) и с учетом (σ_{ma}) автокорреляции в рядах наблюдений.

Уравнение регрессии вида: $\text{ЭПВ}(+) = a \cdot X + b$

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mean	14.8	13.5	15.2	17.9	18.7	18.4	19.5	20.9	20.9	19.8	18.2	16.0
Min	12	10	10	14	13	13	12	13	15	15	15	12
Max	20	18	20	23	23	23	26	26	28	24	24	21
Interv	8	8	10	9	10	10	14	13	13	9	9	9
Median	14	13	15	19	19	19	20	22	22	20	18	16
Mode	13	16	18	19	19	20	20	22	22	22	17	17
St Dev	2.29	2.42	2.76	2.47	2.98	3.03	3.33	3.16	3.41	2.48	2.49	1.98
σ_m	0.47	0.49	0.56	0.50	0.61	0.62	0.68	0.65	0.70	0.51	0.51	0.40
C_v (%)	15.4	17.9	18.1	13.8	15.9	16.4	17.1	15.1	16.3	12.5	13.6	12.4
As	0.96	0.09	-0.06	0.17	-0.27	-0.33	-0.03	-0.83	-0.26	-0.34	0.80	0.21
K	-0.23	-1.23	-0.81	-0.76	-1.02	-1.06	0.18	0.96	-0.53	-0.43	0.01	0.76
Count	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
R	-0.22	-0.37	-0.54	-0.63	-0.55	-0.68	-0.69	-0.83	-0.73	-0.77	-0.46	-0.21
Ra, L=1	0.14	0.03	0.25	0.55	0.34	0.48	0.50	0.85	0.70	0.59	0.19	0.16
σ_{ma}	0.54	0.51	0.73	0.94	0.86	1.04	1.18	2.26	1.65	0.99	0.62	0.48
σ_m/Mean (%)	3.1	3.7	3.7	2.8	3.2	3.4	3.5	3.1	3.3	2.6	2.8	2.5
σ_{ma}/Mean (%)	3.6	3.8	4.8	5.2	4.6	5.6	6.0	10.8	7.9	5.0	3.4	3.0
K_{dw}	2.2	2.2	1.9	1.4	1.74	1.76	1.67	0.8	1.24	1.86	1.88	2.36
a	-0.067	-0.123	-0.202	-0.212	-0.221	-0.280	-0.312	-0.355	-0.338	-0.261	-0.156	-0.056
68%(+/-)	0.064	0.065	0.067	0.055	0.072	0.064	0.069	0.051	0.067	0.045	0.064	0.056
b	15.71	15.08	17.87	20.64	21.59	22.08	23.58	25.54	25.28	23.19	20.27	16.73
68%(+/-)	0.96	0.96	0.99	0.82	1.07	0.95	1.03	0.76	1.00	0.67	0.94	0.83

Стандартная ошибка среднемесячных значений $\text{ЭПВ}(+)$ с учетом автокорреляции в ряде наблюдений при лаге 1 год меняется от $0.48 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в декабре до $2.26 \cdot 10^{-15}/\text{ом}\cdot\text{м}$ в августе. Относительная стандартная ошибка значений $\text{ЭПВ}(+)$ с учетом автокорреляции меняется от 3.0% в декабре до 10.8 % в августе. Таким образом учет автокорреляции в рядах наблюдений за среднемесячными значениями $\text{ЭПВ}(+)$ существенно расширяет диапазон их стандартной ошибки.

Временной ход среднемесячных значений $\text{ЭПВ}(+)$ в 1966-1990 гг удовлетворительно аппроксимируется линейным уравнением (соответствующие значения коэффициентов уравнений линейной регрессии и критерия Дарбина-Уотсона K_{dw} представлены в табл. 2). Как показывает анализ, существенной разницы в значениях и динамике изменчивости $\text{ЭПВ}(+)$ и $\text{ЭПВ}(-)$ нет.

Уменьшение значений ЭПВ(+) в Душети в 1990 г. по сравнению с 1966 г. составило: в январе 10.3 %, в феврале – 19.7 %, в марте – 27.4 %, в апреле – 24.9 %, в мае – 24.8 %, в июне – 30.8 %, в июле – 32.2 %, в августе – 33.8 %, в сентябре – 32.5 %, в октябре – 27.3 %, в ноябре – 18.6 % и в декабре – 8.1 %. Скорость уменьшения в год ЭПВ(+) по отношению к ее среднему значению за весь период наблюдений составляет: в январе 0.45 %, в феврале – 0.91 %, в марте – 1.33 %, в апреле – 1.18 %, в мае – 1.18 %, в июне – 1.52 %, в июле – 1.60 %, в августе – 1.70 %, в сентябре – 1.62 %, в октябре – 1.32 %, в ноябре – 0.86 % и в декабре – 0.35 %. Таким образом, наибольшая скорость убывания положительной электропроводности воздуха в 1966-1990 гг отмечалась в августе, а наименьшая – в декабре.

Для всех месяцев в исследуемый период значение положительной электропроводности воздуха было выше минимально необходимого для здоровья человека. Этого не скажешь для отрицательной электропроводности, которая для зимних, весенних и осенних месяцев в большинстве случаев была меньше минимально необходимого для здоровья человека уровня, и со временем происходило ухудшение экологической ситуации. Это наглядно следует из табл. 3, в которой представлены данные об изменчивости средних месячных и сезонных значений ЭПВ в 1981-1990 гг по сравнению с 1966-1975 гг, а также доле ЭПВ, ниже минимально необходимых для здоровья человека (здесь и в следующих табл. α – уровень значимости, t – критерий Стьюдента, R^2 – коэффициент детерминации).

Как следует из этой табл., во второй период времени, по сравнению с первым, средняя положительная электропроводность воздуха незначимо изменилась лишь в январе и декабре. Для всех остальных месяцев произошло уменьшение ЭПВ(+). То же самое можно сказать и для отрицательной электропроводности, так как коэффициент униполярности близок к единице. По среднесезонным данным незначимое уменьшение отмечается лишь для ЭПВ(-). Для всех остальных сезонов наблюдается уменьшение ЭПВ(+) и ЭПВ(-).

Эта же табл. наглядно демонстрирует ухудшение качества воздуха в Душети в 1981-1990 гг по сравнению с 1966-1975 гг. Особенно это проявляется для весенних, летних и осенних месяцев. Так, в первый период времени весной доля среднемесячных значений ЭПВ(-) ниже минимально необходимых для здоровья человека составляла 26.7 %, а во второй период стала – 73.3 %. Летом в первый период качество воздуха по ЭПВ(-) было нормальным, а во второй период доля среднемесячных значений ЭПВ(-) ниже минимально необходимых для здоровья человека стала 46.7 %. Осенью эта доля возросла с 3.3 % в первое десятилетие до 63.3 % - во второе. Зимой качество воздуха практически не изменилось, как было плохим, так и осталось (указанная доля в первый и второй периоды составляла 87 % и 90 % соответственно).

Оценим роль ЭПВ как экологического фактора в условиях г. Тбилиси. В целом экологическое состояние атмосферы г.Тбилиси за последние 40 лет, согласно [1 - 3, 11 - 14], крайне неблагоприятно. Так, например, в советское время, когда с полной нагрузкой работали промышленные предприятия и транспорт (1980 - 1990 гг.), средние годовые значения загрязнителей в воздухе были: пыли – 0.3 - 0.6 мг/м³, NO₂ – 0.061 - 0.18 мг/м³, NO – 0.03 - 0.04 мг/м³, озон – 0.028 мг/м³ (средняя суточная) и 0.038 мг/м³ (по 15-ти часовым данным) [1]. Уже в середине 60-х годов концентрация лёгких ионов в воздухе была ниже минимально необходимого уровня и составляла 150 см⁻³ [15]. Естественно, это оказывало негативное воздействие на здоровье человека

Однако, следует отметить, что на состояние здоровья людей, помимо загрязнений воздуха, действует целый комплекс метео-геофизических факторов. Вполне понятно, что при фотохимических смогах воздействие загрязнений на организм человека имеет экстремальный характер. Однако, не менее интересен вопрос эффекта уровня загрязненности воздуха (в том числе и электропроводности воздуха) на здоровье людей в целом, по сравнению с другими негативными факторами.

Табл. 3

Изменчивость средних месячных и сезонных значений электропроводности воздуха в Душети (10^{15} /ом·м) в 1981-1990 гг по сравнению с 1966-1975 гг.

Месяц, Сезон	Параметр	Mean	StDev	Mean	StDev	α по критерию t
		1966-1975	1966-1975	1981-1990	1981-1990	
1	ЭПВ(+)	15.6	2.46	14.7	2.31	Незнач.
2	ЭПВ(+)	14.5	2.17	12.5	2.59	0.05

3	ЭПВ(+)	17	2.21	13.6	2.88	0.05
4	ЭПВ(+)	19.6	2.12	16.1	2.02	0.01
5	ЭПВ(+)	20.8	2.04	17	3.20	0.01
6	ЭПВ(+)	21	0.94	16.4	3.27	0.01
7	ЭПВ(+)	22.1	2.02	17.4	3.47	0.01
8	ЭПВ(+)	23.4	1.58	18.1	2.69	0.01
9	ЭПВ(+)	23.5	1.90	18	3.16	0.01
10	ЭПВ(+)	21.9	1.37	17.7	2.00	0.01
11	ЭПВ(+)	19.7	2.16	17.3	2.63	0.05
12	ЭПВ(+)	16.4	1.90	15.6	2.50	Незнач.
Зима	ЭПВ(+)	15.5	2.26	14.3	2.73	0.05
Зима	ЭПВ(-)	14.5	2.86	13.9	2.72	Незнач.
Весна	ЭПВ(+)	19.1	2.61	15.6	3.02	0.01
Весна	ЭПВ(-)	19.0	2.82	16.1	3.19	0.01
Лето	ЭПВ(+)	22.2	1.82	17.3	3.13	0.01
Лето	ЭПВ(-)	22.4	2.08	17.6	3.11	0.01
Осень	ЭПВ(+)	21.7	2.38	17.7	2.56	0.01
Осень	ЭПВ(-)	21.5	2.58	17.3	2.57	0.01
Доля среднемесячных значений электропроводности воздуха ниже минимально необходимых для здоровья человека (%)						
Сезон	Параметр	1966-1975		1981-1990		
Зима	ЭПВ(-)	87		90		
Весна	ЭПВ(-)	26.7		73.3		
Лето	ЭПВ(-)	0		46.7		
Осень	ЭПВ(-)	3.3		63.3		

С целью проведения такого исследования нами был проведен многомерный линейный корреляционный и регрессионный анализ по среднемесячным данным о декадной смертности на 1 млн жителей населения г. Тбилиси (Y) в сравнении со следующими параметрами для периода 1980-1990 гг.: температура воздуха (T), скорость ветра (V), относительная влажность воздуха (U), отрицательная электропроводность воздуха (напомним, что в Тбилиси электропроводность воздуха, как и уровень загрязненности воздуха), пропорциональны данным в Душети [16], количество магнитных бурь (MSN), продолжительность магнитных бурь (MSD), числа Вольфа (WN), концентрация приземного озона на 15 час (SOC).

В табл. 4 представлены статистические характеристики указанных выше параметров для холодного и теплого периодов года, а также значения коэффициентов линейной корреляции между Y и $T, V, U, ЭПВ(-), MSN, MSD, WN, SOC$.

Статистические характеристики значений $T, V, U, ЭПВ(-), MSN, MSD, WN, SOC$ и Y в Тбилиси в 1980-1990 гг для холодного и теплого периодов года, а также значения коэффициентов линейной корреляции между ними и Y .

Параметр	T °C	V м/сек	U %	$ЭПВ(-)$ 10^{15} /ом·м	MSN	MSD час	WN	SOC мкг/м ³	Y
Холодное полугодие									
<i>Mean</i>	6.8	0.8	68.6	14.8	3.7	145.0	84.4	28.1	112.7
<i>Min</i>	1	0.1	51	10	0	0	2.4	3	78.9
<i>Max</i>	15.4	1.9	77	20	9	498	179.2	62	142.0
<i>Interv</i>	14.4	1.8	26	10	9	498	176.8	59	63.1
<i>St Dev</i>	4.03	0.43	5.29	2.65	2.05	110.41	65.66	13.25	15.4
<i>Count</i>	47	47	47	47	47	47	47	47	47
<i>R</i>	-0.42	0.36	-0.44	-0.63	0.05	0.04	0.27	0.21	1
α не хуже	0.001	0.005	0.001	0.001	незнач	незнач	0.05	0.15	
Теплое полугодие									
<i>Mean</i>	19.9	1.0	60.9	17.3	3.3	121.6	76.1	50.0	94.4
<i>Min</i>	10.7	0.4	52	13	1	16	1.1	27	72.2
<i>Max</i>	26.5	1.5	71	24	6	358	196.2	69	131.0
<i>Interv</i>	15.8	1.1	19	11	5	342	195.1	42	58.8
<i>St Dev</i>	4.26	0.30	4.34	2.89	1.70	87.39	58.39	10.30	13.26
<i>Count</i>	43	43	43	43	43	43	43	43	43
<i>R</i>	-0.53	-0.07	0.12	-0.17	0.12	0.17	0.15	0.19	1
α не хуже	0.001	незнач	незнач	0.2	незнач	0.2	0.3	0.15	

В табл. 5 представлены коэффициенты уравнений множественной линейной регрессии $Y = a(i) \cdot X(i) + b$ для холодного и теплого периодов года, а также значения доли каждого в отдельности параметра $X(i)$ в изменчивости Y в пределах вариационного размаха и стандартного отклонения при неизменности других параметров.

Табл. 5

Коэффициенты уравнения множественной регрессии $Y = a(i) \cdot X(i) + b$ и значения доли каждого в отдельности параметра $X(i)$ в изменчивости Y в пределах вариационного размаха и стандартного отклонения при неизменности других параметров .

Метео-геофизические параметры	Значения коэффициентов $a(i)$	Холодное полугодие		Доля $X(i)$ в пределах вариационного размаха, %	Доля $X(i)$ в пределах станд. откл., %
		68% (+/-)	95% (+/-)		
$X(i)$	Холодное полугодие				
T	-0.89	0.69	1.39	11.4	6.4
V	-1.74	6.23	12.52	2.8	1.3

ζ	-0.45	0.55	1.10	10.4	4.2
$\text{ЭПВ}(-)$	-2.63	1.03	2.07	23.3	12.3
MSN	0.78	1.35	2.71	6.2	2.85
MSD	-0.03	0.02	0.05	11.5	5.1
WN	0.05	0.03	0.07	7.2	5.3
SOC	0.14	0.19	0.39	7.4	3.3
b	185.03	41.20	82.77		
R^2 , α не хуже 0.05	0.41				
$X(i)$	Теплое полугодие				
T	-1.94	0.54	1.09	32.4	17.5
V	-11.79	7.77	15.64	13.7	7.4
U	-0.68	0.55	1.10	13.6	6.2
$\text{ЭПВ}(-)$	0.25	0.91	1.83	2.9	1.6
MSN	1.03	2.17	4.37	5.5	3.7
MSD	-0.02	0.04	0.08	8.0	4.1
WN	0.07	0.05	0.10	15.4	9.2
SOC	0.14	0.20	0.40	6.2	3.0
b	168.17	43.54	87.68		
R^2 , α не хуже 0.05	0.38				

Не вдаваясь в подробности анализа табл. 5 отметим, что наибольшую роль в вариациях Y в холодное полугодие играют вариации электропроводности воздуха (или числа легких ионов в воздухе) – 23.3%. Negативный вклад SOC в вариациях смертности населения г. Тбилиси в холодное полугодие (7.4%) соизмерим с вкладом таких метеогеофизических факторов, как температура воздуха (11.4%), относительная влажность воздуха (10.4%), количество и продолжительность магнитных бурь (6.2 % и 11.5% соответственно), числа Вольфа (7.2%). Вклад вариаций скорости ветра в изменчивость Y незначителен (2.8%).

В теплое полугодие вклад вариаций электропроводности воздуха в изменчивость Y незначителен (2.9 %). Вклад изменчивости SOC в вариации Y (6.2%) соизмерим с вкладами количества и продолжительности магнитных бурь (5.5 % и 8.0% соответственно). Наибольшую роль в вариациях Y в теплое полугодие в Тбилиси играют вариации температуры воздуха (32.4%), чисел Вольфа (15.4%), скорости ветра и относительной влажности воздуха (13.7 % и 13.6% соответственно).

Следует обратить внимание на то, что вышеуказанный анализ был проведен для периода, когда система здравоохранения в стране функционировала более-менее эффективно. В настоящее время медицинское обслуживание для большей части населения практически не существует. Поэтому особое внимание следует уделить вопросам профилактической медицины. В связи с указанным, считаем целесообразным проведение в г. Тбилиси практических работ по мониторингу электропроводности воздуха (или содержания в воздухе легких ионов) совместно с мониторингом других, негативно влияющих на здоровье людей метео-геофизических факторов, и по проведению профилактических мероприятий по снижению негативных эффектов этих явлений.

ლიტერატურა

1. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Gzirishvili T.G., Kharchilava J.F., Tavartkiladze K.A. – Modern Climate Change in Georgia. Radiatively Active Small Atmospheric Admixtures, Institute of Geophysics, Monograph, Trans. of M.Nodia Institute of Geophysics of Georgian Acad. of Sci. , ISSN 1512-1135, vol. LIX, 2005, 128 p.
2. Amiranashvili V.A., Tavartkiladze K.A., Chlaidze T.I. - Atmospheric Pollution in Georgia and Its Influence on Human Health. Proceedings Dedicated to the 150-the Anniversary of Tbilisi Geophysical Observatory, "Metsniereba", Tbilisi, 1997, 120-128.
3. ამირანაშვილი ა., ამირანაშვილი ვ., ღვებთუღიანი ა., ნოდია ა., ხარჩილავა ჯ., ჩხილაძე ვ., ჭელიძე ლ. – ქ. თბილისის ატმოსფეროს ფოტოქიმიური სმოგი და მისი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ქ. თბილისის ეკოლოგიური პრობლემები, ქ. თბილისის მერიის გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რეგულირების კომიტეტი, თბილისი, 2002, გვ. 147-152.
4. Амيرانашвили А., Джигкариани Д., Нодия А., Таташидзе З., Сепиашвили Р. – Содержание аэроионов и естественная радиоактивность воздуха в Цхалтубской пещере, АН Грузии, Тбилиси, 1994, 53 с.
5. СНИП № 2152-80.
6. Брикар Дж. – Влияние радиоактивности и загрязнений на элементы атмосферного электричества, Сб. Проблемы атмосферного электричества, Л., Гидрометеиздат, 1969, с. 68-105.
7. Ferrara R., Tonna G. – 'Influenza Dell' Inquinamento Atmosferico Sui Parametri Elettrici, Atti. Assoc. Geofis. Ital., 1967(1968), pp. 475-480.
8. Jura Z., Niziol B., Schiffer Z., Zakrocki Z. – Proba Okreslenia Wplywu Zmian Barycznych na Jonizacje Powietrza, Wplyw Czynnikiow Meteorol. Na Organizm Ludzi I Zwierzat, Wroclaw, 1977, pp. 5-16.
9. Овчарова В.Ф. – Использование основных параметров атмосферного электричества в медико-метеорологическом прогнозировании, Атмосферное электричество. Тр. Всес. Симп., Л., Гидрометеиздат, 1984, с. 89-91.
10. Амيرانашвили А.Г., Чихладзе В.А., Твидлиани Д.Д., Чლაидзе Т.И., Маглакелидзе М.А. – Моделирование влияния электрического поля гроз на сердце, Третий Всесоюз. Симп. по атмосферному электричеству, Тарту, 29-31 октября 1986 г., тезисы докл., Тарту, 1986, с. 290.
11. სარაღიძე რ., ოდიკაძე ნ., ცვეტინიძე ლ. – საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მონიტორინგის ქსელის მოქმედების შეფასება. პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-0902, ტ. 104, 2001, გვ. 219-226.
12. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Kirkitadze D.D, Tavartkiladze K.A. - Some Results of Investigation of Variations of the Atmospheric Aerosol Optical Depth in Tbilisi , Proc. 16th Int. Conf. on Nucleation&Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July 2004, pp. 416-419 .
13. Амيرانашвили А.Г., Амيرانашвили В.А., Гогуа Р.А., Матнашвили Т.Г., Нодия А.Г., Харчилава Д.Ф., Хунджава А.Т., Чихладзе В.А., Таварტიладзе К.А., Габдава В.А. – Оценка риска некоторых метео-геофизических факторов для здоровья людей в условиях Восточной Грузии (на примере Тбилиси), Сб. докл. 3-ей Межд. конф. "Состояние и охрана воздушного бассейна и водно-минеральных ресурсов курортно-рекреационных регионов", Кисловодск, 21-24 апреля 2003, с. 74-76.
14. Гуния Г.С. – Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР, Л., Гидрометеиздат, 1985, 84 с.
15. ამირანაშვილი ა., კალიაჯევა ლ., სუნჯავა ა., ვანბატე ჯ. – ღუმეთში ჰაერის ელექტრომაგნეტობის გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგები , პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-0902, ტ. 108, 2002, გვ. 72-78.
16. AmiranaSvili A.G., AamiranaSvili V.A, Kkalajeva L.L., Karauli N.D., Khunjua A.T., Nodia A.G., Vachnadze J.I. – Characteristics of Air Conductivity in Dusheti, Proc. 12th Int. Conf. on Atmospheric Electricity, Versailles, France, 9-13 June , vol.1, 2003, pp. 353-356.

**ჰაერის ელექტროგამტარობის ცვლადობა, როგორც
ატმოსფეროს სისუფთავის ფაქტორის**

ამირანაშვილი ა., მათიაშვილი თ., ნოდია ა., ნოდია ხ., ხარჩილავა ჯ.,
ხუნჯუა ა., ხუროძე თ., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

ჩატარებულია ჰაერის ელექტროგამტარობის საშუალო თვიური მნიშვნელობების, როგორც ატმოსფეროს სისუფთავის ფაქტორის, ცვალებადობის გამოკვლევა და შეფასებულია მისი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОЗДУХА, КАК
ФАКТОРА ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРЫ**

**Амиранашвили А.Г., Матиашвили Т.Г., Нодия А.Г., Нодия Х.А.,
Харчилава Д.Ф., Хунджуа А.Е., Хуродзе Т.В., Чихладзе В.А.**

Реферат

Проведено исследование изменчивости среднемесячных значений электропроводности воздуха как фактора чистоты атмосферы и оценено ее влияние на здоровье людей.

**AIR ELECTRICAL CONDUCTIVITY CHANGEABILITY AS THE FACTOR
OF ATMOSPHERE PURITY**

**Amiranashvili A., Matiasvili T., Nodia A., Nodia Kh.,
Kharchilava J., Khunjua A., Khurodze T., Chikhladze V.**

Abstract

A study of the changeability of the monthly average values of air electrical conductivity as the factor of the purity of the atmosphere is carried out and its influence on the health of people is evaluated.