

УДК 523.98:550.37:591.54

Ю.Г. Выхованец¹, С.М. Тетюра¹, А.Н. Черняк¹, Т.А. Выхованец¹, А.А. Алборова²**СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ**¹ ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького»
Минздрава России, г. Донецк² Юго-Осетинский государственный университет им. А.А. Тибилова**Аннотация**

На основе научных исследований установлены годовые и сезонные вариации показателей продолжительности, интенсивности геомагнитных бурь с постепенным и внезапным началом, а также индексов солнечной и геомагнитной активности. В течение изучаемого периода времени в основном преобладали геомагнитные бури, с постепенным началом, среди которых наблюдалось наибольшее количество бурь малой интенсивности. Обращает на себя внимание значительное количество геомагнитных бурь с постепенным началом малой, умеренной и большой интенсивности, а также количества бурь с внезапным началом малой интенсивности, которые возникают в осенний период времени года. При увеличении интенсивности геомагнитных бурь с постепенным и внезапным началом закономерно увеличиваются и значения амплитуд геомагнитных склонений. Индексы солнечной и геомагнитной активности имеют максимальные значения в летний и зимний периоды года. Полученные данные свидетельствуют о том, что геомагнитная активность в основном носит сезонный характер. На основе полученных результатов исследований можно предположить, что метеорологические и геомагнитные факторы будут оказывать комплексное влияние на функциональное состояние и здоровье человека.

Ключевые слова: геомагнитные бури, индексы солнечной и геомагнитной активности

Актуальность работы. Изучение и оценка механизмов влияния факторов солнечной активности на процессы, происходящие в биосфере, является актуальной теоретической и практической задачей в биологии и медицине. Важность этой проблемы связана с созданием современных основ физической теории воздействия геомагнитных факторов на биосистемы, а также разработки эффективных систем профилактики различных функциональных нарушений и заболеваний у человека, формирующихся под влиянием космической погоды [1, 2]. По данным ряда научных исследований солнечная активность обусловлена образованием на солнце темных областей сгущения магнитных силовых линий, которые в сотни тысяч раз по величине больше, чем магнитное поле Земли. Эти поля проникают на большие высоты над поверхностью Солнца и образуют солнечную корону, которая хорошо видна во время солнечных затмений [3, 10]. Температура вещества в короне намного выше, чем на поверхности солнца. Вещество из короны постоянно выбрасывается в межпланетное пространство, которое движется с высокой скоростью, образуя солнечный ветер. Он разносится по всей Солнечной системе. Мощные магнитные поля в короне периодически приводят к возникновению солнечных вспышек, при которых в гелиосферу выбрасывается вещество с большей скоростью и плотностью. Когда Земля попадает в такие потоки, на ней происходят магнитные бури, приводящие к возмущению ионосферы [5, 3]. По дан-

ным многочисленных научных публикаций эти факторы могут оказывать существенное влияние на формирование разнообразных климатических условий на Земле, сезонных колебаний физических факторов и на функционирование биологических систем, в том числе и организм человека [4, 6, 7, 9]. В настоящее время в научной литературе обсуждаются результаты научных исследований, в которых делаются попытки изучения механизмов воздействия космической погоды на различные биологические модели и на организм человека [8, 11]. Проблема оценки влияния геомагнитных возмущений на состояние здоровья человека приобретает новое содержание в современных условиях в связи с наблюдаемыми глобальными климатическими изменениями на планете. Сезонные колебания метеорологических и геомагнитных факторов могут оказывать значительное влияние на функциональное состояние и здоровье человека [12, 13, 14]. Поэтому важной задачей является анализ сезонных колебаний геомагнитных факторов с целью дельнейшей оценки их влияния на состояние здоровья человека.

Цель исследования: оценить сезонные вариации геомагнитных факторов окружающей среды.

Материалы и методы исследования. Научные исследования были выполнены на кафедрах медицинской физики, математики и информатики, а также гигиены и экологии имени проф. О.А. Ласткова ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России в рамках научно-исследова-

тельской работы за 2019–2023 гг. Проводился анализ геомагнитных бурь (ГМБ) с постепенным и внезапным началом (количество, продолжительность и интенсивность), а также индексов солнечной и геомагнитной активности за период с 2015 по 2021 гг. Изучались амплитуды геомагнитных склонений (D, H, Z), (нТл) ГМБ с постепенным и внезапным началом разной интенсивности. Анализировались следующие индексы геомагнитной активности: локальный индекс геомагнитной активности (K), (бал.); трехчасовой индекс (Kp), (бал.); индекс (ap), (нТл); индекс (Ap), (нТл). Кроме этого, оценивался индекс, отражающий интенсивность магнитной возмущенности от вполне определенного источника (Dst), (нТл). Изучались следующие индексы солнечной активности: число солнечных пятен (SN); поток радиоизлучения F10,7 (obs) с длиной волны 10,7 см (2800 МГц), (с.е.п.); поток радиоизлучения F10,7 (adj) с длиной волны 10,7 см (2800 МГц), (с.е.п.).

Продолжительность и интенсивность геомагнитных бурь оценивалась по данным, взятым из каталога Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Академии наук РФ. Значения индекса геомагнитной активности (K) были взяты из базы данных представленной на сайте SPACE WEATHER PREDICTION CENTER (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION). Значения геомагнитного трехчасового индекса (Kp), планетарного геомагнитного индекса (ap), планетарного геомагнитного индекса (Ap), числа солнечных пятен (SN), были взяты из базы данных, представленной на сайте центра им. Гельмгольца в Потсдаме (GFZ GERMAN RESEARCH CENTRE FOR GEOSCIENCES). Значения индекса (Dst) были взяты из базы данных представленных Мировым центром данных по геомагнетизму, Киото (WORLD DATA CENTER FOR GEOMAGNETISM, KYOTO). Значения потоков радиоизлучения F10,7 (obs) (obs — значения измеренные солнечным радиотелескопом) с длиной волны 10,7 см и потока радиоизлучения F10,7 (adj) (adj — значения на изменение расстояния Земля-Солнце и приведенные к среднему расстоянию) с длиной волны 10,7 см (2800 МГц), взяты из базы данных на сайте Национальных центров экологической информации Национального Департамента по океану и атмосфере США (NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION, NOAA) в разделе SOLAR INDICES.

Статистический анализ полученных данных проводился средствами пакетов «Statisti-

ка 10.0», «MedStat 5.2». Применялись базовые методы математической статистики: описательная статистика, парные и множественные сравнения.

Результаты и обсуждение. На основе изучения геомагнитных возмущенных вариаций проведена оценка годовых и сезонных показателей продолжительности и интенсивности ГМБ за ряд лет. В течение изучаемого периода с 2015 по 2021 гг. времени наблюдалось 241 ГМБ с постепенным и внезапным началом. С постепенным началом было 207 (86%) ГМБ. С внезапным началом было 34 (14%) ГМБ. Среди геомагнитных возмущений, протекающих с постепенным началом, было выявлено 152 (73,4%) ГМБ малой интенсивности, 47 (22,7%) умеренной, 7 (3,4%) большой и 1 (0,5%) очень большой интенсивности. При оценке геомагнитных возмущений, протекающих с внезапным началом, было выявлено 14 (41,2%) ГМБ малой интенсивности, 14 (41,2%) умеренной, 4 (11,8%) большой и 2 (5,9%) очень большой интенсивности. Таким образом, в течение изучаемого периода времени в основном преобладали ГМБ, с постепенным началом, среди которых наблюдалось наибольшее количество бурь малой интенсивности.

Результаты оценки количества ГМБ с постепенным началом различной интенсивности в различные сезоны года представлены на рис. 1. Анализ показал, что среди 152 ГМБ малой интенсивности 30,0% бурь отмечались зимой, 20,3% в весенний, 25% в летний и 27,6% в осенний периоды года. Среди 47 ГМБ умеренной интенсивности 19,1% отмечались зимой, 17,0% весной, 29,8% летом и 34,0% осенью. При анализе сезонных колебаний ГМБ большой интенсивности было установлено, что среди 7 ГМБ 28,5% отмечалось зимой, 14,2% весной, 14,2% летом и 42,8% осенью. Анализ сезонных колебаний ГМБ очень большой интенсивности показал, что все бури (100%) проходили в весенний период года.

Результаты оценки количества ГМБ с внезапным началом различной интенсивности (1 — малая; 2 — умеренная; 3 — большая; 4 — очень большая) в различные сезоны года за период с 2015 по 2021 гг. представлены на рис. 2.

Как видно из рисунка 2 среди 14 ГМБ малой интенсивности 28,5% бурь отмечались зимой, 14,2% в весенний, 50% в летний и 7,1% в осенний периоды года. Среди 14 ГМБ умеренной интенсивности 28,5% отмечались зимой, 28,5% весной, 28,5% летом и 14,2% осенью. При анализе сезонных колебаний ГМБ большой интенсивности было установлено, что среди 4 ГМБ этой интенсивности 25,0% отме-

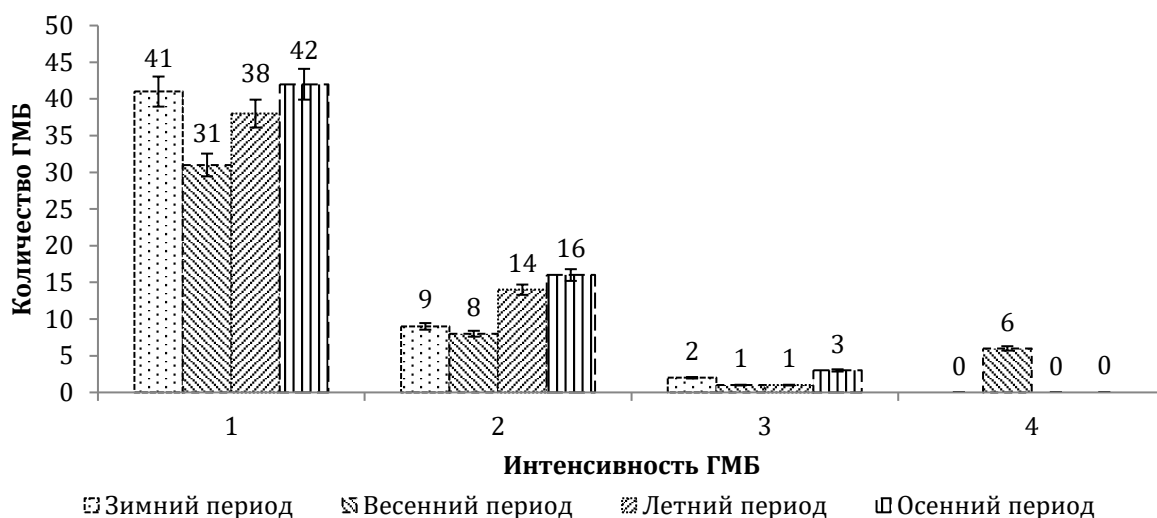


Рис. 1. Количество ГМБ с постепенным началом в различные периоды года

чалось весной, 25,0% летом и 50,0% осенью. В зимний период времени ГМБ большой интенсивности отсутствовали. Анализ сезонных колебаний ГМБ очень большой интенсивности показал, что среди 2 ГМБ данной интенсивности 50,0% отмечались в зимний и 50,0% в летний периоды года. Весной и осенью ГМБ очень большой интенсивности отсутствовали.

Анализ сезонных колебаний количества ГМБ с постепенным началом позволяет сделать вывод, что ГМБ малой, умеренной и большой интенсивности в основном встречались в осенний период времени года. Минимальное количество ГМБ с постепенным началом малой, умеренной и большой интенсивности в течении изучаемого периода времени приходится на весенний период времени года. При этом ГМБ очень большой интенсивности встречаются только в весенний период года. При анализе сезонных колебаний ГМБ с вне-

запным началом выявлено наибольшее количество бурь малой интенсивности в летний период года и большой интенсивности осенью. Минимальное количество ГМБ с внезапным началом малой и умеренной интенсивности приходится на осенний период года.

Важным количественным критерием геомагнитной активности является показатель продолжительности ГМБ с постепенным и внезапным началом различной интенсивности. Результаты оценки годовых показателей продолжительности ГМБ с постепенным и внезапным началом разной интенсивности за период с 2015 по 2021гг. приведены в таблице 1. Анализ годовых показателей продолжительности ГМБ с постепенным и внезапным началом разной интенсивности позволил установить, что этот показатель для бурь с постепенным началом составлял 7035 часов, а для бурь с внезапным началом 1339 часов.

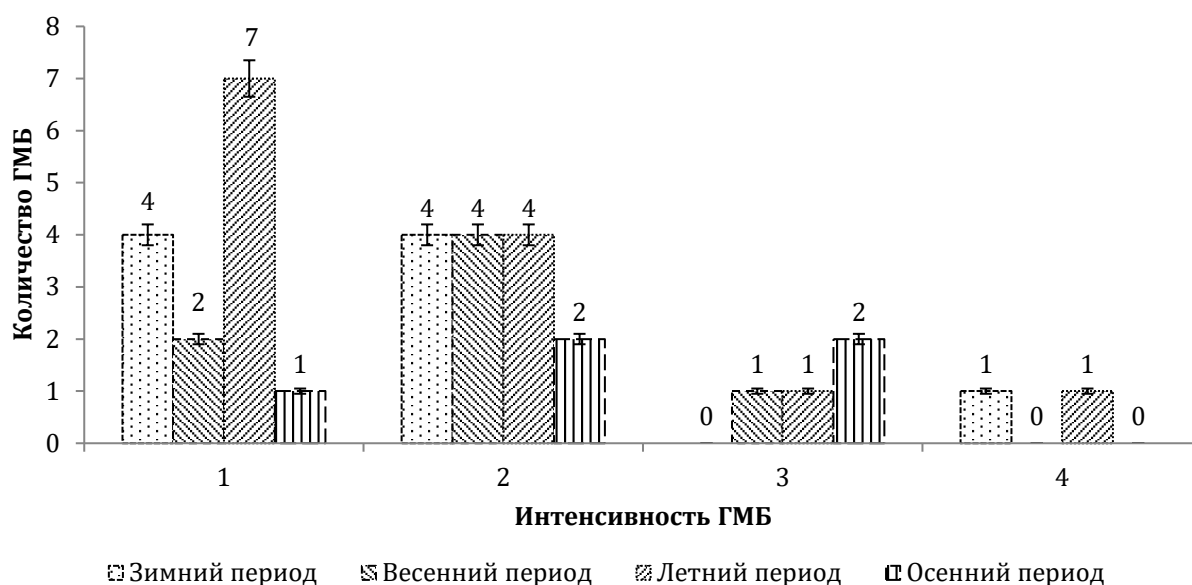


Рис. 2. Количество ГМБ с внезапным началом в различные периоды года

Таблица 1. Годовые показатели продолжительности геомагнитных бурь с постепенным и внезапным началом различной интенсивности

Годы	ГМБ с постепенным началом				ГМБ с внезапным началом			
	Инт.	N	Тср. (час)	P±m (%)	Инт.	N	Тср. (час)	P±m (%)
2015	1	56	814	56,8±9,95	1	3	43	15,1±3,58
	2	29	482	33,7±4,73	2	3	146	51,4±5,0
	3	5	88	6,2±2,40	3	3	46	16,2±3,68
	4	2	47	3,3±1,78	4	4	49	17,2±3,78
Итого	1;2;3;4	92	1431	100%	1;2;3;4	19	284	100%
2016	1	54	916	63,8±4,8	1	7	125	49,2±5,0
	2	23	384	26,8±4,4	2	2	63	24,8±4,0
	3	8	135	9,4±2,9	3	3	66	25,9±4,1
	4	0	0	0	4	0	0	0
Итого	1;2;3;4	85	1435	100%	1;2;3;4	12	254	100%
2017	1	43	808	57,5±4,9	1	8	144	56,2±5,0
	2	30	568	40,4±2,9	2	2	24	9,4±1,3
	3	2	30	2,1±0,4	3	2	38	14,8±2,6
	4	0	0	0	4	3	50	19,5±2,6
Итого	1;2;3;4	75	1406	100%	1;2;3;4	15	256	100%
2018	1	39	750	76,0±4,3	1	6	114	62,2±4,7
	2	10	195	19,8±2,4	2	4	69	37,7±3,6
	3	2	42	4,3±0,7	3	0	0	0
	4	0	0	0	4	0	0	0
Итого	1;2;3;4	51	987	100%	1;2;3;4	10	183	100%
2019	1	23	444	76,6±4,2	1	2	38	45,7±4,0
	2	7	136	23,4±1,9	2	2	45	54,2±4,2
	3	0	0	0	3	0	0	0
	4	0	0	0	4	0	0	0
Итого	1;2;3;4	30	580	100%	1;2;3;4	4	83	100%
2020	1	31	553	100%	1	0	0	0
	2	0	0	0	2	0	0	0
	3	0	0	0	3	0	0	0
	4	0	0	0	4	0	0	0
Итого	1;2;3;4	31	553	100%	1;2;3;4	0	0	0
2021	1	44	643	100%	1	8	118	42,3±3,75
	2	0	0	0	2	8	137	49,1±4,1
	3	0	0	0	3	2	24	8,6±1,2
	4	0	0	0	4	0	0	0
Итого	1;2;3;4	44	643	100%	1;2;3;4	18	279	100%
Всего	1	290	4928	64,0±5,2	1	34	582	43,4±4,0
	2	99	1765	30,2±2,5	2	28	484	36,0±3,4
	3	17	295	5,1±0,3	3	10	174	12,9±2,8
	4	2	47	0,8±0,02	4	7	99	8,10±0,7
	1;2;3;4	408	7035	100%	1;2;3;4	61	1339	100%

Примечание:

1. Инт. — интенсивность ГМБ (1 — малая; 2 — умеренная; 3 — большая; 4 — очень большая).
2. N — количество дней с ГМБ.
3. Т — продолжительность ГМБ (час).
4. Р — удельный вес продолжительности ГМБ.

При оценке ГМБ с постепенным началом было установлено, что продолжительность бурь малой интенсивности составляла 4928 часов, удельный вес которых в структуре интенсивности составлял $64,0 \pm 5,2$. Второе место по продолжительности занимали умеренные ГМБ с показателем 1765 часов и удельным весом $30,2 \pm 2,5$. Большие по интенсивности ГМБ продолжались 295 часов, удельный вес которых составлял $5,1 \pm 0,3$. Минимальная продолжительность ГМБ соответствовала очень большим бурям и составляла 47 часов с удельным весом $0,8 \pm 0,02$. Аналогичные закономерности были выявлены и при анализе ГМБ с внезапным началом. Продолжительность ГМБ малой интенсивности составляла 582 часов, удельный вес которых в структуре интенсивности составлял $43,4 \pm 4,0$. Второе место по продолжительности занимали умеренные ГМБ с показателем 484 часов и удельным весом $36,0 \pm 3,4$. Большие по интенсивности ГМБ продолжались 174 часов, удельный вес которых составлял $12,9 \pm 2,8$. Минимальная продолжительность ГМБ соответствовала очень большим бурям и составляла 99 часов с удельным весом $8,10 \pm 0,7$.

Представляют значительный интерес результаты оценки амплитуды геомагнитных склонений для ГМБ, протекающих с постепенным и внезапным началом различной интенсивности. В результате анализа амплитуд геомагнитных склонений ГМБ, проходящих с постепенным и внезапным началом различной интенсивности, было установлено, что максимальные значения изучаемых показателей отмечались у бурь очень большой интенсивности. Минимальные значения этих показателей отмечались у ГМБ малой интенсивности. В частности, при анализе ГМБ с постепенным началом в 2015 году было установлено, что максимальное значение амплитуды показателя D составляло $260,1 \pm 8,2$ (95%ДИ:243,5–276,4) нТл для бурь очень большой интенсивности. В этом же году минимальный показатель D отмечался у бурь малой интенсивности и составлял $119,7 \pm 1,5$ (95%ДИ:116,5–122,8) нТл. Аналогично показатель H был максимальным для ГМБ очень большой интенсивности и составлял $360,1 \pm 8,1$ (95%ДИ:344,1–375,9) нТл. Минимальное значение H отмечалось у ГМБ малой интенсивности, которое составляло $103,2 \pm 1,5$ (95%ДИ:100,2–106,3) нТл. При анализе показателя Z также было установлено максимальное значение для ГМБ очень большой интенсивности, которое составляло $340,1 \pm 8,4$ (95%ДИ:323,3–356,6) нТл. Минимальное значение Z отмечалось у ГМБ

малой интенсивности, которое составляло $66,2 \pm 1,6$ (95%ДИ:63,1–69,4) нТл. Аналогичные закономерности отмечались у ГМБ, проходящих с внезапным началом. Максимальные значения этих показателей отмечались у ГМБ очень большой интенсивности. Минимальные значения этих показателей отмечались у ГМБ малой интенсивности. В частности, при анализе ГМБ с внезапным началом в 2015 году было установлено, что максимальное значение амплитуды показателя D составляло $780,1 \pm 1,3$ (95%ДИ:777,3–782,6) нТл для бурь очень большой интенсивности. В этом же году минимальный показатель D отмечался у бурь малой интенсивности и составлял $111,2 \pm 1,5$ (95%ДИ:107,9–114,1) нТл. Аналогично показатель H был максимальным для ГМБ очень большой интенсивности и составлял $670,1 \pm 0,8$ (95%ДИ:668,2–671,7) нТл. Минимальное значение H отмечалось у ГМБ малой интенсивности, которое составляло $108,2 \pm 1,1$ (95%ДИ:105,9–110,1) нТл. При анализе показателя Z также было установлено максимальное значение для ГМБ очень большой интенсивности, которое составляло $675,1 \pm 0,8$ (95%ДИ:668,4–671,5) нТл. Минимальное значение Z отмечалось у ГМБ малой интенсивности, которое составляло $95,1 \pm 0,9$ (95%ДИ:93,1–96,8) нТл. Проведенный анализ позволил установить, что с увеличением интенсивности ГМБ с постепенным и внезапным началом закономерно увеличиваются и значения амплитуд геомагнитных склонений.

Анализ среднегодовых амплитуд сезонных изменений индекса K в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности показал, что, максимальные значения этого показателя отмечались в осенний период года и изменялись в пределах от $3,4 \pm 0,4$ до $4,2 \pm 0,4$ бал. Среднегодовые вариации сезонных изменений индекса K в период ГМБ с внезапным началом различной интенсивности были значительно выше по сравнению с бурями, протекающими с постепенным началом. Так, максимальные значения этого показателя в период ГМБ с внезапным началом различной интенсивности отмечались в летний период года и изменялись в пределах от $59,1 \pm 3,2$ до $75,1 \pm 6,2$ бал.

При оценке среднегодовых амплитуд сезонных изменений трехчасового индекса Kp в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности, было установлено, что, максимальные значения этого показателя для бурь малой и умеренной интенсивности отмечались в весенний период года и изменялись в пределах от $4,3 \pm 0,3$ до $4,6 \pm 0,3$ бал. Кро-

ме этого, изучаемый показатель принимал максимальные значения при ГБМ большой интенсивности в зимний и осенний период года и составлял от $4,1 \pm 0,3$ до $4,6 \pm 0,3$ бал. соответственно. Среднегодовые колебания сезонных изменений трехчасового индекса Кр в период ГМБ с внезапным началом принимали максимальные значения в период бурь малой и умеренной интенсивности в зимний и летний периоды года и изменялись в пределах от $3,1 \pm 0,2$ до $4,4 \pm 0,3$ бал. соответственно.

Изучение среднегодовых амплитуд сезонных изменений индекса ар в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности, позволило установить, что максимальные значения этого показателя для бурь малой и умеренной интенсивности отмечались в весенний период года и изменялись в пределах от $45,3 \pm 0,8$ до $48,8 \pm 0,8$ нТл. Кроме этого, изучаемый показатель принимал максимальные значения при ГБМ большой интенсивности в осенний период года и составлял от $69,5 \pm 1,5$ нТл. Среднегодовые колебания сезонных изменений индекса ар в период ГМБ с внезапным началом принимали максимальные значения в период бурь малой и умеренной интенсивности в зимний и летний периоды года и изменялись в пределах от $19,3 \pm 0,6$ до $49,1 \pm 0,8$ нТл. соответственно.

Анализ среднегодовых амплитуд сезонных изменений индекса Ар в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности, показал что, максимальные значения этого показателя для бурь малой и умеренной интенсивности отмечались в весенний период года и изменялись в пределах от $45,1 \pm 0,8$ до $49,1 \pm 0,8$ нТл. Кроме этого, изучаемый показатель принимал максимальные значения при ГБМ большой интенсивности в осенний период года и составлял от $69,1 \pm 1,5$ нТл. Среднегодовые колебания сезонных изменений индекса Ар в период ГМБ с внезапным началом принимали максимальные значения в период бурь малой и умеренной интенсивности в зимний и летний периоды года и изменялись в пределах от $19,1 \pm 0,6$ до $49,1 \pm 0,8$ нТл. соответственно.

В результате анализа среднегодовых амплитуд сезонных изменений индекса SN в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности, было установлено что, максимальные значения этого показателя для бурь малой, умеренной и большой интенсивности отмечались в зимний период года и изменялись в пределах от $36,1 \pm 2,4$ до $143,1 \pm 3,2$. Среднегодовые колебания сезонных изменений индекса SN в период ГМБ с внезапным нача-

лом принимали максимальные значения в период бурь малой и умеренной интенсивности в летний период года и изменялись в пределах от $59,1 \pm 2,1$ до $75,1 \pm 2,5$.

Анализ среднегодовых амплитуд сезонных изменений потока радиоизлучения солнца $F_{10.7}$ (obs) в период ГМБ с постепенным началом различной интенсивности, позволил установить что, максимальные значения этого показателя для бурь малой, умеренной интенсивности отмечались в зимний период года и изменялись в пределах от $78,2 \pm 6,4$ с.е.п. до $102,7 \pm 8,2$ с.е.п. Среднегодовые колебания сезонных изменений потока радиоизлучения солнца $F_{10.7}$ (obs) в период ГМБ с внезапным началом принимали максимальные значения в период бурь малой и умеренной интенсивности в летний период года и изменялись в пределах от $40,6 \pm 3,6$ с.е.п. до $46,8 \pm 3,6$ с.е.п. При анализе потока радиоизлучения солнца $F_{10.7}$ (adj), что этот показатель изменялся в пределах от $65,6 \pm 3,7$ с.е.п. до $255,1 \pm 11,3$ с.е.п. Среднее значение потока радиоизлучения солнца $F_{10.7}$ (adj) в течение изучаемого периода составляло $82,6 \pm 6,5$ с.е.п.

Выводы. В результате проведенного анализа изучаемых показателей были установлены годовые и сезонные вариации значений продолжительности, интенсивности ГМБ с постепенным и внезапным началом, а также индексов солнечной и геомагнитной активности. В течение изучаемого периода времени в основном преобладали ГМБ, с постепенным началом, среди которых наблюдалось наибольшее количество бурь малой интенсивности. Обращает на себя внимание значительное количество ГМБ с постепенным началом малой, умеренной и большой интенсивности, а также количества бурь с внезапным началом малой интенсивности, которые возникают в осенний период времени года. При увеличении интенсивности ГМБ с постепенным и внезапным началом закономерно увеличиваются и значения амплитуд геомагнитных склонений. Индексы солнечной и геомагнитной активности имеют максимальные значения в летний и зимний периоды года. Полученные данные свидетельствуют о том, что геомагнитные возмущения в основном носят сезонный ритм. Эти закономерности характерны и для флуктуаций метеорологических факторов. На основе полученных данных можно предположить, что метеорологические и геомагнитные факторы будут оказывать комплексное влияние на функциональное состояние и здоровье человека, которое будет иметь сезонный характер. Важной задачей является количественная

оценка влияния показателей геомагнитной активности на состояние здоровья человека в различные периоды года. Запланированы дальнейшие научные исследования для решения этих вопросов.

U.G. Vykhovanets, S.M. Tetyura, A.N. Chernyak, T.A. Vykhovanets, E.V. Alborova

SEASONAL CHANGES IN THE PATHOGENICITY INDEX OF THE METEOROLOGICAL SITUATION IN THE INDUSTRIAL REGION

Abstract. *Based on scientific research, significant annual and seasonal variations in the duration and intensity of gradual and sudden-onset geomagnetic storms, as well as solar and geomagnetic activity indices, have been established. During the study period, gradual-onset geomagnetic storms predominated, with the largest number of low-intensity storms observed. Of note is the significant number of gradual-onset geomagnetic storms of low, moderate and high intensity, as well as the number of sudden-onset low-intensity storms that occur in the autumn period of the year. With an increase in the intensity of gradual and sudden-onset geomagnetic storms, the amplitudes of geomagnetic declinations naturally increase. Solar and geomagnetic activity indices have maximum values in the summer and winter periods of the year. The data obtained indicate that geomagnetic activity is mainly seasonal. Based on the obtained research results, it can be assumed that meteorological and geomagnetic factors will have a complex effect on the functional state and health of a person.*

Key words: *geomagnetic storms, solar and geomagnetic activity indices*

ЛИТЕРАТУРА

1. Адушкин В.В. Физические поля в приповерхностной геофизике / В.В. Адушкин, А.А. Спивак. – Москва: Издательство ГЕОС, 2014. – 360 с.
2. Влияние солнечной и геомагнитной активности на риск развития рассеянного склероза (результаты корреляционного и регрессионного анализа) / Н.А. Самойлова, Г.Г. Шкильнюк, З.А. Гончарова, И.Д. Столяров // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2017. – Т. 117, № 2-2. – С. 42-49.
3. Влияние солнечных вспышек 5-12 сентября 2017 г. на региональную возмущенность ионосферы Земли по данным ГНСС-станций, расположенных в Приволжском федеральном округе Российской Федерации / Д.С. Максимов, Д.А. Когогин, И.А. Насыров, Р.В. Загредтинов // Солнечно-земная физика. – 2023. – Т. 9, № 2. – С. 52-59.
4. Волков, А.В. Гелиогеофизические связи, как гигиенический фактор (обзор отечественной литературы за 5 лет) / А.В. Волков, А.А. Хадарцев, Л.В. Кашинцева // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 66-73.
5. Динамика солнечной и геомагнитной активности. II. Периодические вариации солнечной и геомагнитной активности / И.П. Безродных, Е.И. Морозова, А.А. Петрукович, М.В. Кожухов // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2019. – Т. 171, № 4. – С. 24-38.
6. Заславская Р.В. Влияние метеорологических и геомагнитных факторов на сердечно-сосудистую систему / Р. Заславская, Э. Щербань, М. Тейблум // International Independent Scientific Journal. – 2021. – № 23-1. – С. 5-15.
7. Иванов, С. В. Влияние геомагнитных бурь на физическое состояние человека / С. В. Иванов, Е. С. Олейник, Т. С. Чайко // Наука и мир. – 2018. – № 6-2(58). – С. 90-93.
8. Комзин, К. В. Фундаментальные аспекты биотропного влияния факторов космической погоды / К.В. Комзин // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 71-84.
9. Космическая погода: взаимосвязь между действием физических и химических факторов на живые организмы / В.П. Реутов, С.С. Паршина, С.Н. Самсонов, Е.Г. Сорокина // Евразийское Научное Объединение. – 2017. – Т. 1, № 9(31). – С. 47-58.
10. Крымский, Г.Ф. Космические лучи и погода / Г.Ф. Крымский // Наука и техника в Якутии. – 2005. – № 1(8). – С. 3-6.
11. Нейросетевая классификация причинно - следственной связи суббулевой активности с параметрами магнитных облаков солнечного ветра / Н. А. Бархатов, В.Г. Воробьев, Е.А. Ревунова [и др.] // Physics of Auroral Phenomena. – 2021. – Т. 44, № 1. – С. 32-35.
12. Современные представления о влиянии космофизических факторов на здоровье человека / Л.К. Токаева, И.Ю. Самсонов, А.С. Мигаль, З. С. Эркенова // Психосоматические и интегративные исследования. – 2022. – Т. 8, № 1.
13. Черных, Я.В. Влияние космических явлений на биосферу Земли, социальные процессы, физиологию и психику человека / Я. В. Черных // Устойчивое развитие науки и образования. – 2021. – № 3(54). – С. 56-67.
14. Эфендиева, Л. Г. Влияние геофизических параметров на организм человека / Л.Г. Эфендиева, В.А. Азизов, Г.Д. Етирмишли // Медицинские новости. – 2020. – № 1(304). – С. 43-47.