



## Сезонная динамика сердечно-сосудистых событий в Российской Федерации

Кузьменко Н. В.<sup>1,2</sup>, Галагудза М. М.<sup>1</sup>, Федоренко А. А.<sup>1</sup>, Звартау Н. Э.<sup>1</sup>, Шляхто Е. В.<sup>1</sup>

**Цель.** Исследовать сезонную динамику сердечно-сосудистых событий (ССС) в Российской Федерации (РФ) с использованием медико-статистических данных за период 2016–2019 гг, а также установить ассоциацию риска СССР с метеорологическими условиями.

**Материал и методы.** Мы использовали данные по госпитализациям за 2016–2019 гг по поводу геморрагического инсульта (ГИ), ишемического инсульта (ИИ), инфаркта миокарда (ИМ), острого коронарного синдрома (ОКС).

**Результаты.** Анализ данных показал, что максимальное количество ГИ случилось зимой и весной, минимальное — летом. Максимальное количество ИИ было зафиксировано весной и летом, минимальное — зимой и осенью. ОКС чаще случался зимой и весной, ИМ — чаще весной. ОКС в 44% случаев сопровождался ИМ. Зимой вероятность ГИ увеличивалась с уменьшением географической широты.

Летом риск ГИ и ИИ был больше при более низкой температуре воздуха. Летом вероятность ИИ и ИМ была ассоциирована с более низкими значениями атмосферного давления и парциальной плотности кислорода в воздухе ( $pO_2$ ). Зимой риск ИИ увеличивался при более высоких значениях атмосферного давления. Не было получено убедительных доказательств влияния геомагнитной активности на сезонную динамику СССР ни во всей РФ, ни в приполярных регионах.

**Заключение.** В итоге метеорологические условия оказывают влияние на сезонный риск СССР. Снижение  $pO_2$  летом существенно увеличивало количество СССР, связанных с ишемией, что должно учитываться при разработке профилактических мер.

**Ключевые слова:** геморрагический инсульт, ишемический инсульт, инфаркт миокарда, острый коронарный синдром, сезон, температура, атмосферное давление, геомагнитная активность.

**Отношения и деятельность:** нет.

<sup>1</sup>ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург; <sup>2</sup>ФГБОУ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Кузьменко Н. В.\* — к.б.н., с.н.с. отдела экспериментальной физиологии и фармакологии; м.н.с. лаборатории биофизики кровообращения, ORCID: 0000-0001-6027-7325, Галагудза М. М. — директор Института экспериментальной медицины, ORCID: 0000-0001-5129-9944, Федоренко А. А. — врач-кардиолог, зав. отделом мониторинга и анализа показателей регионального здравоохранения службы по развитию регионального здравоохранения управления по реализации федеральных проектов, ORCID: 0000-0002-9836-7841, Звартау Н. Э. — к.м.н., зам. генерального директора по работе с регионами, доцент кафедры факультетской терапии с клиникой Института медицинского образования, ORCID: 0000-0001-6533-5950, Шляхто Е. В. — д.м.н., профессор, академик РАН, генеральный директор, зав. кафедрой факультетской терапии с клиникой Института медицинского образования, ORCID: 0000-0003-2929-0980.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
nat.kuzmencko2011@yandex.ru

A — ежедневный индекс геомагнитной активности, АД — артериальное давление, ГИ — геморрагический инсульт, ИИ — ишемический инсульт, ИМ — инфаркт миокарда, ОКС — острый коронарный синдром, СССР — сердечно-сосудистое событие,  $pO_2$  — парциальная плотность кислорода в воздухе, РФ — Российская Федерация, ФО — федеральный округ.

Рукопись получена 29.01.2024

Рецензия получена 07.05.2024

Принята к публикации 08.05.2024



**Для цитирования:** Кузьменко Н. В., Галагудза М. М., Федоренко А. А., Звартау Н. Э., Шляхто Е. В. Сезонная динамика сердечно-сосудистых событий в Российской Федерации. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(6):5773. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5773. EDN KYZRXI

## Seasonal dynamics of cardiovascular events in the Russian Federation

Kuzmenko N. V.<sup>1,2</sup>, Galagudza M. M.<sup>1</sup>, Fedorenko A. A.<sup>1</sup>, Zvartau N. E.<sup>1</sup>, Shlyakhto E. V.<sup>1</sup>

**Aim.** To study the seasonal dynamics of cardiovascular events (CVE) in the Russian Federation (RF) using medical and statistical data for the period 2016–2019, and also to establish an association of CVE risk with meteorological conditions.

**Material and methods.** We used data on hospitalizations for 2016–2019 for hemorrhagic stroke (HS), ischemic stroke (IS), myocardial infarction (MI), and acute coronary syndrome (ACS).

**Results.** Data analysis showed that the maximum number of HSs occurred in winter and spring, and the minimum in summer. The maximum number of ISs was recorded in spring and summer, while the minimum in winter and autumn. ACS occurred more often in winter and spring, MI — more often in spring. ACS was accompanied by MI in 44% of cases. In winter, the probability of HS increased with decreasing latitude.

In summer, the risk of HS and IS was greater at lower air temperatures. In summer, the probability of IS and MI was associated with lower values of atmospheric pressure and partial density of oxygen ( $pO_2$ ). In winter, the risk of IS increased at high atmospheric pressure values. No convincing evidence was obtained of the influence of geomagnetic activity on the seasonal dynamics of the CVEs either throughout the Russian Federation or in the circumpolar regions.

**Conclusion.** As a result, meteorological conditions influence the seasonal risk of CVEs. A decrease in  $pO_2$  in summer significantly increases the CVE risk associated with ischemia, which should be taken into account when preventing CVEs.

**Keywords:** hemorrhagic stroke, ischemic stroke, myocardial infarction, acute coronary syndrome, season, temperature, atmospheric pressure, geomagnetic activity.

**Relationships and Activities:** none.

<sup>1</sup>Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg; <sup>2</sup>Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia.

Kuzmenko N. V.\* ORCID: 0000-0001-6027-7325, Galagudza M. M. ORCID: 0000-0001-5129-9944, Fedorenko A. A. ORCID: 0000-0002-9836-7841, Zvartau N. E. ORCID: 0000-0001-6533-5950, Shlyakhto E. V. ORCID: 0000-0003-2929-0980.

\*Corresponding author: nat.kuzmencko2011@yandex.ru

Received: 29.01.2024 Revision Received: 07.05.2024 Accepted: 08.05.2024

ration. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(6):5773. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5773. EDN KYZRXI

For citation: Kuzmenko N. V., Galagudza M. M., Fedorenko A. A., Zvartau N. E., Shlyakhto E. V. Seasonal dynamics of cardiovascular events in the Russian Federa-

**Ключевые моменты**

- Риск сердечно-сосудистых событий подвержен сезонным колебаниям, циркануальный тренд которых определяется особенностями этиопатогенеза патологий и усилением провоцирующих факторов под влиянием погодных условий.

**Key messages**

- The risk of CVEs is subject to seasonal fluctuations, the circannual rhythm of which is determined by etiopathogenesis characteristics of pathologies and the intensification of triggers under the weather influence.

По данным Всемирной организации здравоохранения<sup>1</sup>, осложнения сердечно-сосудистых заболеваний (инфаркт миокарда (ИМ), инсульты) являются основной причиной смерти во всем мире.

К настоящему времени известно, что риск сердечно-сосудистых событий (ССС) зависит от сезона: вероятность геморрагического инсульта (ГИ) и ИМ повышается в холодный сезон, по сравнению с более теплым [1-3]. Установлено, что зимой увеличивается активность симпатической нервной системы, повышаются показатели артериального давления (АД), индекса массы тела, гематокрита, уровня циркулирующих липидов и глюкозы, увеличивается тромбообразование [4-7]. Данные изменения связаны как с влиянием холодной погоды на общий метаболизм, так и с сезонными особенностями в образе жизни [5]. Известно, что зимой человек меньше двигается, но потребляет больше насыщенных жиров и меньше витаминов группы С и Е [8-10]. Риск ишемического инсульта (ИИ) не имеет четкой ассоциации с сезоном, но нами было установлено, что снижение атмосферного давления и парциальной плотности кислорода ( $pO_2$ ) повышает вероятность ИИ летом [1]. Для ИМ также были показаны аналогичные ассоциации, но они были менее выражены [2].

В научной литературе существуют много работ, в которых исследуется сезонная динамика ССС в разных регионах земного шара с использованием данных по госпитализации как в отдельные медицинские учреждения, так и национальных регистров [1-3]. Также нами были найдены публикации [11-19], исследующие этот вопрос в регионах и медицинских учреждениях Российской Федерации (РФ), но без охвата всей территории РФ.

Цель нашей работы — провести исследование сезонной динамики ССС в РФ с использованием

медико-статистических данных за период 2016–2019гг, а также установить ассоциацию риска ССС (ГИ, ИИ, ИМ, острого коронарного синдрома (ОКС)) с метеорологическими условиями.

**Материал и методы**

В нашей работе мы использовали данные за период с января 2016г по декабрь 2019г, представленные в "Мониторинге снижения смертности от ишемической болезни сердца" и "Мониторинге снижения смертности от цереброваскулярных болезней" ФГБУ "Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения" Минздрава России (далее — Регистр). В Регистре представлены помесечные данные по госпитализациям в субъектах РФ (область, край, республика, автономный округ) и в федеральных округах (ФО). С помощью данных Регистра мы оценили общее количество госпитализаций (на 100 тыс. человек) по поводу ГИ, ИИ, ИМ, ОКС в ФО РФ, а также сезонную динамику ССС и ее ассоциацию с метеорологическими факторами.

Перед включением в статистический анализ сезонной динамики ССС данные проверялись на корректность ввода в Регистр. Данные не включались в статистический анализ, если возникали сомнения в равномерности их ввода в течение года, на что указывали существенное (в разы) увеличение или уменьшение количества госпитализаций в отдельные месяцы.

Из Регистра были извлечены данные (в абсолютных значениях) по госпитализациям зимой, весной, летом и осенью по поводу ГИ, ИИ, ИМ, ОКС для каждого субъекта РФ (области, края, автономного округа, республики). Вероятность ССС в каждый сезон/месяц была оценена в процентах к общему количеству случаев за все сезоны. Расчет был произведен для каждого субъекта РФ отдельно, а затем были рассчитаны средние значения для каждого ФО и всей РФ.

<sup>1</sup> [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) обращение 02.11.2023.

Таблица 1

Метеорологические условия в РФ в 2016-2019гг

Федеральный округ	Температура воздуха, °С		Атмосферное давление, гПа		Вариабельность атмосферного давления, гПа		Относит. влажность %		ρO <sub>2</sub> , г/м <sup>3</sup>	
	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето
	Российская Федерация	-8,2±7,0	19,1±2,9	994±15,6	988±17,0	9,5±2,0	5,8±1,3	82±7,6	68±8,7	303±10,0
Северо-Западный ФО	-5,9±4,0	17,0±2,1	1004±5,3	1004±5,8	12,3±0,5	6,7±0,7	87±2,2	74±2,5	303±4,2	276±2,7
Центральный ФО	-4,4±0,8	19,3±1,7	992±5,4	990±4,9	9,9±0,8	6,1±0,8	87±2,2	69±4,0	297±2,4	269±2,3
Южный ФО	0,7±3,0	24,1±1,0	1004±13	998±11	7,3±0,4	4,1±0,5	83±3,0	55±11,4	295±5,3	267±2,5
Северо-Кавказский ФО	0,1±0,4	22,3±1,0	962±19	957±17	6,4±0,2	3,4±0,2	82±6,2	64±5,6	283±5,4	257±3,7
Приволжский ФО	-8,1±1,4	19,0±1,6	998±4,8	993±3,3	10,2±0,7	6,9±0,7	84±3,1	65±6,8	304±2,5	271±1,3
Уральский ФО	-14,5±3,8	17,0±1,7	1000±12,1	990±11,1	11,3±1,2	7,3±0,3	79±4,4	68±4,7	312±7,8	273±4,2
Сибирский ФО	-15,9±3,9	18,4±1,3	994±18,7	976±19,4	9,0±1,1	5,3±0,4	79±1,8	69±5,8	312±4,3	267±6,2
Дальневосточный ФО	-17,6±7,7	16,6±3,6	990±21,6	983±25,3	8,2±2,6	5,2±0,8	66±7,9	75±10,5	313±12,5	271±9,5

Примечание: данные представлены в виде M±SD.

Сокращения: ρO<sub>2</sub> — парциальная плотность кислорода в воздухе, ФО — федеральный округ.

Обработка метеорологических данных осуществлялась, как описано в ранее опубликованных работах [2, 6]. Мы использовали архивы метеорологических данных с сайта <https://rp5.ru>. За период с января 2016г по декабрь 2019г для каждого субъекта (для центрального города субъекта, за исключением Красноярского края, для которого мы рассчитали метеофакторы для Красноярска и Норильска) и ФО РФ были рассчитаны средние значения зимней и летней температуры воздуха, величины и вариабельности атмосферного давления, относительной влажности воздуха и ρO<sub>2</sub>.

Архивные данные геомагнитной активности за 2016-2019гг были взяты с сайта Space weather prediction center ([ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/indices/old\\_indices/](ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/indices/old_indices/)). Для каждого месяца рассчитывалось количество дней с высокой геомагнитной активностью, когда ежедневный индекс геомагнитной активности А был больше 20 нТл, а также среднемесячное значение А индекса (в нТл). Расчеты проводились для планетарной геомагнитной активности, а также для локальной геомагнитной активности в области высоких географических широт. Ассоциация сезонной динамики геомагнитной активности с риском ССС была оценена для всех регионов РФ и для приполярных регионов отдельно. К приполярным регионам мы отнесли: области Архангельскую и Мурманскую, республики Карелия, Коми и Якутия (Саха), автономные округа Ненецкий, Чукотский, Ямало-Ненецкий. Мы не включили в статистику Красноярский край, поскольку он имеет большую протяженность с севера на юг.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программ Statistica 6.0 и Excel. При сравнении количества госпитализаций в разные сезоны мы использовали парный t-тест. Результаты пред-

ставлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Различия считались значимыми при P<0,05. Взаимосвязь между метеорологическими факторами и количеством госпитализаций устанавливалась при помощи расчета коэффициента корреляции Пирсона или ранговой корреляции (в зависимости от нормальности распределения и количества сравниваемых пар). Корреляция считалась значимой при P<0,05.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия

РФ занимает территорию между 82° с.ш. и 41° с.ш., 19° в.д. и 169° з.д. в Европейской и Азиатской части материка Евразия. РФ располагается в арктическом, субарктическом, умеренном и субтропическом климатических поясах, однако большая часть РФ расположена в умеренном поясе с континентальным и резко континентальным климатом.

Для всей территории РФ характерен сильный температурный контраст между зимой и летом, в среднем разница между сезонами составляет 27±6° С. Зимой в большинстве регионов температура воздуха опускается ниже -8° С. Самые холодные зимы характерны для Уральского, Сибирского и Дальневосточного ФО. Самые теплые — для Южного, Северо-Кавказского ФО и Калининградской области. Лето в большинстве регионов умеренно теплое (19° С), максимальные летние температуры наблюдаются в Южном и Северо-Кавказском ФО (табл. 1).

На большей части территории РФ относительная влажность воздуха выше зимой, чем летом, однако в южных регионах Дальневосточного ФО из-за влияния муссонов лето более влажное, чем зима (табл. 1).

В большинстве регионов РФ атмосферное давление зимой выше, чем летом. Исключение состав-

Таблица 2

## Сезонная динамика геомагнитной активности в 2016-2019гг

Месяцы	Планетарный			Для высоких широт				
	Общее количество дней			Аср, нТл	Общее количество дней			Аср, нТл
	A ≥20 нТл	A ≥50 нТл	A ≥100 нТл		A ≥20 нТл	A ≥50 нТл	A ≥100 нТл	
Январь	6	0	0	8,4±2,3	20	0	0	9,8±3,7
Февраль	8	0	0	9,1±1,8	20	1	0	11,6±3,0
Март	20	1	0	10,7±3,7	40	5	0	14,7±6,2
Апрель	9	1	0	9,5±2,8	25	3	0	12,1±5,5
Май	8	2	0	9,4±2,3	26	3	1	12,7±4,9
Июнь	7	0	0	7,5±2,0	14	0	0	8,5±2,8
Июль	7	0	0	8,3±2,4	22	3	0	11,1±4,5
Август	13	1	0	10,1±1,8	33	7	0	14,6±4,0
Сентябрь	24	2	0	13,8±4,5	44	14	1	20,2±7,3
Октябрь	19	1	0	10,9±4,2	34	9	0	16,3±6,8
Ноябрь	9	0	0	7,7±3,5	17	3	0	10,6±6,1
Декабрь	10	0	0	7,2±3,1	22	1	0	9,5±4,7
Всего	140	8	0	9,4±3,2	317	49	2	12,6±5,5

Примечание: данные представлены в виде M±SD.

Сокращение: А — суточный индекс геомагнитной активности.

ляет Северо-Западный ФО, а также северные субъекты Дальневосточного ФО (Магаданская область, Камчатский край, Чукотский автономный округ). Максимальная амплитуда колебаний атмосферного давления между зимой и летом (в среднем 18 гПа) наблюдается в Сибирском ФО. Во всех регионах РФ атмосферное давление более вариабельно зимой по сравнению с летом. Максимальная вариабельность атмосферного давления зимой отмечается в Северо-Западном и Уральском ФО (табл. 1).

Практически для всех регионов РФ характерен большой контраст  $\rho_{O_2}$  между зимой и летом, разница составляет в среднем  $33 \pm 9$  г/м<sup>3</sup>. Максимальный контраст ( $\geq 45$  г/м<sup>3</sup>) наблюдается в Сибирском ФО (табл. 1).

В таблице 1 представлены средние метеорологические условия зимой и летом во всех ФО РФ. Однако следует учесть, что из-за большой протяженности некоторых ФО входящие в них субъекты могут сильно отличаться по климату. Так, например, для севера Северо-Западного ФО (республика Коми, Ненецкий автономный округ) характерны морозные зимы с температурой ниже  $-10^\circ$  С, а в Калининградской области температура воздуха зимой  $\sim 0^\circ$  С. Для юга Дальневосточного ФО характерно влажное теплое лето ( $19^\circ$  С) и большой контраст в величине атмосферного давления между зимой и летом (10-16 гПа) с максимальными значениями зимой. На севере Дальневосточного ФО лето холодное ( $11-12^\circ$  С), зимой влажность воздуха выше, чем летом, а атмосферное давление зимой ниже, чем летом.

Метеорологические условия могут отличаться не только в пределах одного ФО, но даже в пределах од-

Таблица 3

Среднее количество госпитализаций по поводу ССС за год (в пересчете на 100 тыс. человек) в РФ в 2016-2019гг

Федеральный округ	ГИ	ИИ	ИМ	ОКС
Российская Федерация	53	300	160	361
Северо-Западный ФО	57	335	189	349
Центральный ФО	50	318	160	314
Южный ФО	59	277	145	311
Северо-Кавказский ФО	41	158	93	299
Приволжский ФО	56	343	170	411
Уральский ФО	48	273	166	448
Сибирский ФО	53	294	176	421
Дальневосточный ФО	62	286	156	357

Сокращения: ГИ — геморрагические инсульты, ИИ — ишемические инсульты, ИМ — инфаркты миокарда, ОКС — острый коронарный синдром, ФО — федеральный округ.

ного субъекта. Это характерно для субъектов с большой протяженностью с севера на юг (например, Красноярский край), а также для субъектов, в которых встречаются как равнинные, так и горные районы (например, субъекты Северо-Кавказского ФО).

Приполярные регионы занимают  $\sim 28\%$  территории РФ. Анализ геомагнитной активности показал, что в период 2016-2019гг наблюдалось 140 дней с  $A \geq 20$  нТл, а в приполярных регионах 317 дней с  $A \geq 20$  нТл при более высоких значениях А индекса (табл. 2). В средних широтах существенно реже, чем в высоких широтах, наблюдались геомагнитные возмущения с  $A \geq 50$  нТл. Были выражены весенний и осенний пик геомагнитной активности, мак-

Таблица 4

Сезонная динамика госпитализаций по поводу ССС в РФ в 2016-2019гг

Федеральный округ	Зима, %	Весна, %	Лето, %	Осень, %
	Сезон 1	Сезон 2	Сезон 3	Сезон 4
<b>Геморрагический инсульт</b>				
Российская Федерация	26,7±2,7 <sup>3,4</sup>	26,2±2,4 <sup>3,4</sup>	23,5±2,3 <sup>1,2</sup>	23,7±2,1 <sup>1,2</sup>
Северо-Западный ФО	25,2±2,8	25,4±2,5	24,9±3,3	24,4±1,8
Центральный ФО	26,0±2,4 <sup>3</sup>	26,2±2,2 <sup>3</sup>	23,6±1,7 <sup>1,2</sup>	24,3±2,3
Южный ФО	27,3±2,8 <sup>3</sup>	28,7±2,7 <sup>3,4</sup>	21,6±1,4 <sup>1,2</sup>	22,4±3,3 <sup>2</sup>
Северо-Кавказский ФО	31,7±2,0 <sup>3,4</sup>	26,0±2,7 <sup>4</sup>	20,9±2,4 <sup>1</sup>	21,4±1,1 <sup>1,2</sup>
Приволжский ФО	26,1±1,5 <sup>3,4</sup>	26,7±1,0 <sup>3,4</sup>	23,7±1,2 <sup>1,2</sup>	23,5±1,4 <sup>1,2</sup>
Уральский ФО	25,8±2,8	26,9±1,5 <sup>3</sup>	23,3±1,4 <sup>2</sup>	24,1±2,7
Сибирский ФО	27,4±2,8 <sup>3,4</sup>	25,2±2,7	23,5±2,4 <sup>1</sup>	23,9±1,8 <sup>1</sup>
Дальневосточный ФО	27,4±2,3 <sup>3,4</sup>	25,1±2,9	24,1±2,9 <sup>1</sup>	23,4±1,5 <sup>1</sup>
<b>Ишемический инсульт</b>				
Российская Федерация	24,3±1,7 <sup>2,3</sup>	25,4±1,4 <sup>1,4</sup>	25,7±1,7 <sup>1,4</sup>	24,6±1,7 <sup>2,3</sup>
Северо-Западный ФО	25,5±2,2	24,8±2,2	26,1±2,4	23,6±2,3
Центральный ФО	23,5±1,1 <sup>2,3,4</sup>	25,6±1,1 <sup>1</sup>	26,0±1,2 <sup>1,4</sup>	25,0±0,8 <sup>1,3</sup>
Южный ФО	24,7±1,3	25,9±1,9	24,3±2,4	25,0±1,2
Северо-Кавказский ФО	24,8±2,0	25,6±0,9 <sup>4</sup>	25,9±1,6	23,8±0,5 <sup>2</sup>
Приволжский ФО	24,4±1,3 <sup>2,3</sup>	25,5±0,6 <sup>1,4</sup>	25,6±1,0 <sup>1,4</sup>	24,5±1,1 <sup>2,3</sup>
Уральский ФО	24,6±1,1	25,6±0,8	24,6±1,7	25,2±0,9
Сибирский ФО	23,7±1,8 <sup>3</sup>	24,6±1,9	26,3±1,3 <sup>1</sup>	25,4±2,4
Дальневосточный ФО	24,1±2,0	25,8±0,8	25,8±2,3	24,3±3,0
<b>Инфаркт миокарда</b>				
Российская Федерация	25,0±2,8	26,0±2,5 <sup>3</sup>	24,4±1,9 <sup>2</sup>	24,6±2,0
Северо-Западный ФО	25,3±3,8	26,3±2,8 <sup>3</sup>	23,8±1,2 <sup>2</sup>	24,5±1,2
Центральный ФО	23,7±1,8 <sup>2,4</sup>	26,4±1,3 <sup>1,3</sup>	24,7±1,7 <sup>2</sup>	25,1±1,6 <sup>1</sup>
Южный ФО	25,0±1,1	26,5±1,8 <sup>3</sup>	23,8±1,0 <sup>2</sup>	24,7±1,6
Северо-Кавказский ФО	24,5±2,7	26,6±3,4	23,4±1,6	25,5±1,8
Приволжский ФО	25,3±2,8	26,6±1,4 <sup>3,4</sup>	23,9±2,1 <sup>2</sup>	24,3±1,5 <sup>2</sup>
Уральский ФО	26,9±3,6	23,5±1,9 <sup>4</sup>	24,4±1,0	25,3±1,0 <sup>2</sup>
Сибирский ФО	25,4±3,4	25,6±4,1	25,5±2,4	23,5±4,0
Дальневосточный ФО	25,5±3,0	25,4±2,9	24,6±2,5	24,5±2,2
<b>Острый коронарный синдром</b>				
Российская Федерация	25,5±1,8 <sup>3,4</sup>	26,1±1,4 <sup>3,4</sup>	23,6±1,5 <sup>1,2,4</sup>	24,8±1,3 <sup>1,2,3</sup>
Северо-Западный ФО	26,1±1,4 <sup>3,4</sup>	26,2±1,3 <sup>3,4</sup>	23,1±1,2 <sup>1,2,4</sup>	24,7±0,9 <sup>1,2,3</sup>
Центральный ФО	24,8±1,0 <sup>2</sup>	26,2±1,2 <sup>1,3,4</sup>	24,1±1,4 <sup>2</sup>	24,8±1,3 <sup>2</sup>
Южный ФО	26,1±2,0 <sup>3</sup>	25,7±1,0 <sup>3</sup>	22,6±1,1 <sup>1,2,4</sup>	25,6±1,6 <sup>3</sup>
Северо-Кавказский ФО	25,6±2,7	26,1±2,1	23,7±1,5	24,6±1,8
Приволжский ФО	25,1±0,9 <sup>3,4</sup>	26,2±1,1 <sup>3,4</sup>	23,8±1,2 <sup>1,2</sup>	24,9±1,1 <sup>1,2</sup>
Уральский ФО	24,6±1,9	26,9±1,3 <sup>3,4</sup>	23,6±1,6 <sup>2</sup>	25,0±0,5 <sup>2</sup>
Сибирский ФО	25,1±1,0	25,7±1,5	24,5±1,1	24,7±1,8
Дальневосточный ФО	27,0±3,0 <sup>3,4</sup>	25,7±2,1 <sup>3</sup>	23,1±2,0 <sup>1,2</sup>	24,2±1,7 <sup>1</sup>

Примечание: <sup>1,2,3,4</sup> — P<0,05 — значимость различий между сезонами. Данные представлены в виде M±SD.

Сокращение: ФО — федеральный округ.

симальное количество геомагнитных возмущений случалось в марте и сентябре, минимальное — в июне и ноябре (табл. 2). Среднемесячный суточный индекс геомагнитной активности был максимален в сентябре, а минимален в июне и декабре (табл. 2). Известно, что ориентация диполя Земли к плоскости эклиптики повышает геомагнитную активность

вблизи дат равноденствий и уменьшает вблизи дат солнцестояний [20].

**Сезонная динамика ГИ**

ГИ представляют собой внутричерепные кровоизлияния, которые могут возникать на фоне изменения сосудов, и чаще всего спровоцированы подъемом АД.

Таблица 5

## Ассоциация количества (в %) ССС с метеорологическими условиями в контрастные сезоны

Сезон	Географическая широта	Температура воздуха, °С	Атмосферное давление, гПа		Относительная влажность, %	$\rho\text{O}_2$ , г/м <sup>3</sup>
			Величина	Вариабельность		
Количество геморрагических инсультов в %						
Зима	-0,452**	0,007	-0,219	-0,416**	-0,202	-0,103
Лето	0,207	-0,422**	0,144	0,313**	0,254*	0,064
Количество ишемических инсультов в %						
Зима	0,153	0,120	0,247*	0,175	0,096	0,007
Лето	0,182	-0,228*	-0,385**	0,112	0,008	-0,280*
Количество инфарктов миокарда в %						
Зима	0,149	-0,095	0,163	0,174	-0,083	0,164
Лето	-0,063	0,039	-0,251*	-0,102	0,049	-0,299*
Количество острых коронарных синдромов в %						
Зима	-0,051	-0,047	-0,173	-0,097	-0,220	-0,034
Лето	-0,133	0,125	-0,094	0,006	0,070	-0,158

Примечание: \* —  $P < 0,05$ , \*\* —  $P < 0,01$  — значимость корреляции. Результаты представлены в виде корреляции Пирсона,  $n=70-80$ .

Сокращение:  $\rho\text{O}_2$  — парциальная плотность кислорода в воздухе.

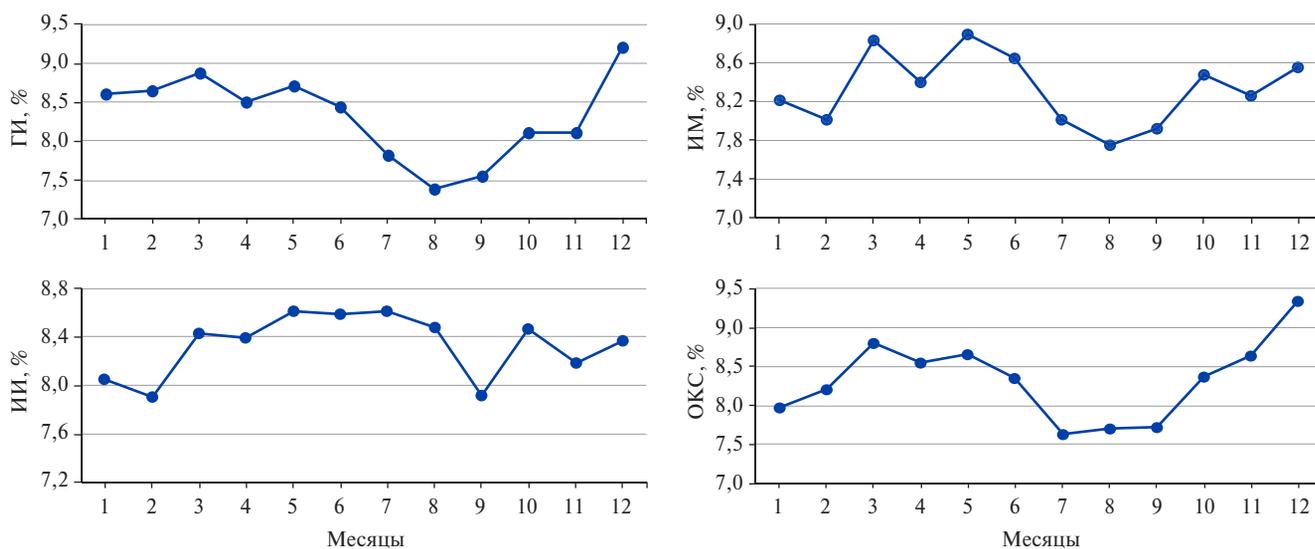


Рис. 1. Помесячные госпитализации по поводу ССС в РФ в 2016-2019гг.

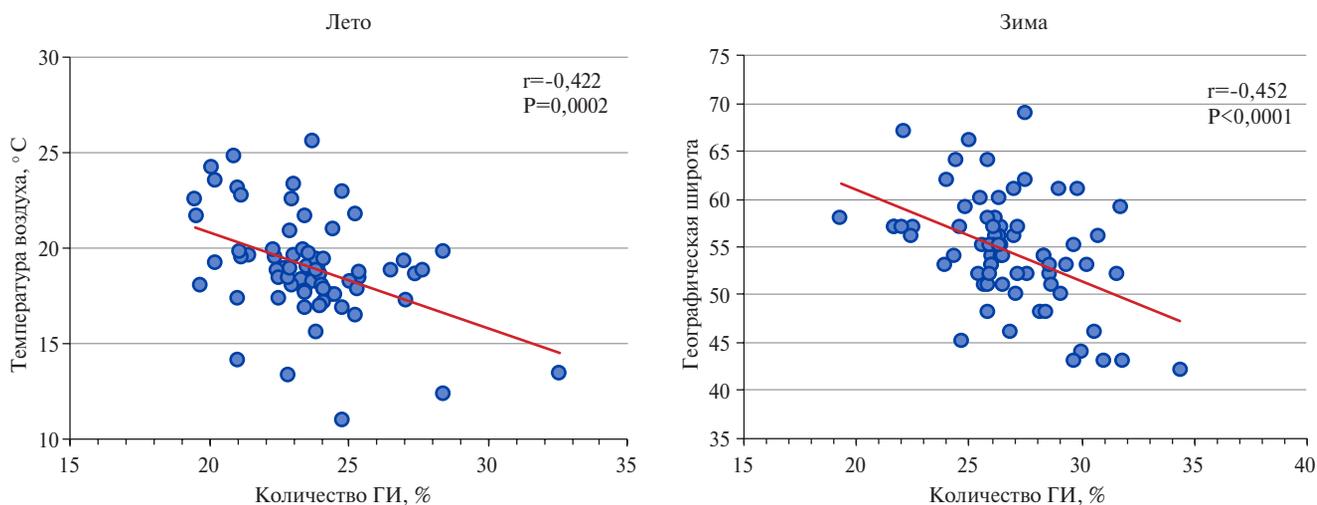
Сокращения: ГИ — геморрагические инсульты, ИИ — ишемические инсульты, ИМ — инфаркты миокарда, ОКС — острый коронарный синдром.

За период 2016-2019гг в РФ зарегистрировано 311583 случая ГИ, что составляет 53 ГИ на 100 тыс. человек. Максимальное количество ГИ в пересчете на 100 тыс. человек было Южном и Дальневосточном ФО, минимальное — в Северо-Кавказском ФО (табл. 3).

Зимой и весной ГИ случались значительно чаще, чем летом и осенью (табл. 4). Максимальное количество ГИ было зарегистрировано в декабре и марте, минимальное — в июле, августе и сентябре (рис. 1). Наиболее сильно зимний пик ГИ был выражен в Северо-Кавказском, Сибирском и Дальневосточном ФО. Весенний пик ГИ был максимально выражен в Южном ФО. Наиболее слабо

сезонная динамика ГИ была выражена в Северо-Западном ФО (табл. 4).

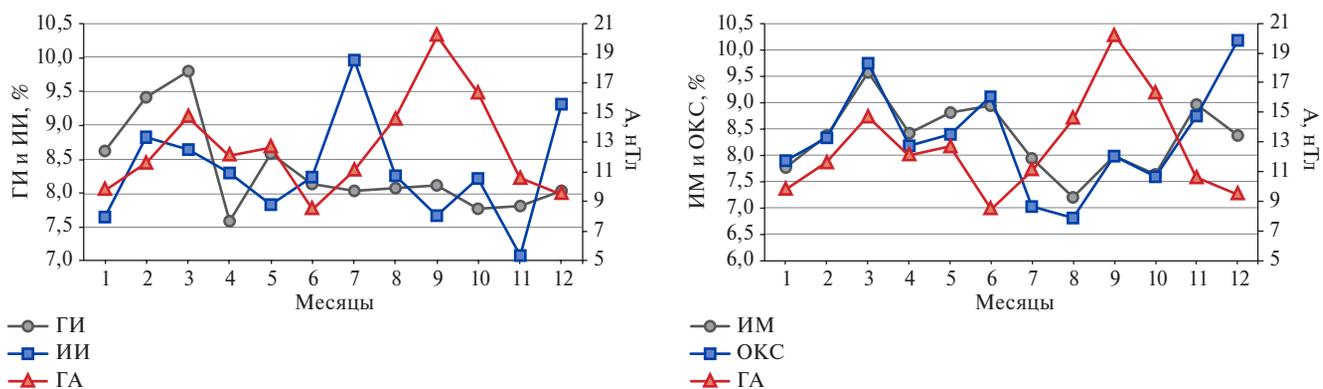
Корреляционный анализ выявил значимую ассоциацию увеличения вероятности ГИ с более низкими температурами воздуха в регионе летом (рис. 2). Данная ассоциация объясняется тем, что летом при отсутствии центрального отопления выражено влияние температуры воздуха на уровень АД, а следовательно, на риск инсульта. Известно, что низкие температуры вызывают подъем АД, что может спровоцировать ГИ [4, 6]. Также были выявлены значимые прямые корреляции между количеством ГИ, вариабельностью атмосферного давления и величиной относительной влажности воздуха летом (табл. 5).



**Рис. 2.** Ассоциация количества ГИ с температурой воздуха и географической широтой.

**Примечание:** r — коэффициент корреляции Пирсона, P — значимость корреляции.

**Сокращение:** ГИ — геморрагические инсульты.



**Рис. 3.** Ассоциация количества ССС с геомагнитной активностью в приполярных регионах РФ.

**Сокращения:** А — суточный индекс геомагнитной активности, ГА — геомагнитная активность, ГИ — геморрагические инсульты, ИИ — ишемические инсульты, ИМ — инфаркты миокарда, ОКС — острый коронарный синдром.

Однако эти ассоциации, скорее всего, объясняются тем, что существуют значимые обратные взаимосвязи между величиной температуры воздуха летом, вариабельностью атмосферного давления и величиной относительной влажности воздуха (-0,629 и -0,657, соответственно,  $P < 0,0001$ ).

Зимой вероятность ГИ уменьшалась с увеличением географической широты (рис. 2). Известно, что с увеличением географической широты увеличивается длительность темного времени суток зимой, вплоть до полярной ночи в приполярных областях. Исследователи наблюдали выраженное увеличение мелатонина зимой у людей, живущих на Европейском Севере, в то же время у резидентов средних широт сезонная динамика мелатонина обычно не выражена [21, 22]. Установлено, что мелатонин обладает гипотензивным эффектом [23]. Показано, что АД выше зимой, чем летом, а разница между зимними и летними значениями АД больше у людей, живущих в низ-

ких географических широтах [6]. Кроме того, зимой ГИ случались чаще при менее вариабельном атмосферном давлении (табл. 5), однако эта ассоциация, вероятно, объясняется сильной прямой корреляцией между географической широтой и вариабельностью атмосферного давления (0,900,  $P < 0,0001$ ).

Во многих исследованиях было показано повышение уровня АД при геомагнитных возмущениях [24]. Однако нами не было обнаружено взаимосвязи между уровнем геомагнитной активности и количеством ГИ (табл. 6). На рисунке 3 видно, что даже в приполярных регионах увеличение риска ГИ совпадало с высокой геомагнитной активностью весной, но не осенью.

### Сезонная динамика ИИ

ИИ обычно развиваются при закупорке сосудов тромбом или атеросклеротической бляшкой, что приводит к нарушению кровоснабжения головного мозга.

За период 2016-2019гг в РФ зарегистрировано 1763089 случаев ИИ, что составляет 300 ИИ на

Таблица 6

## Ассоциация количества (в %) ССС с геомагнитной активностью

Количество ССС за месяц в %	Количество дней за месяц с $A \geq 20$ нТл		Среднемесячный А индекс, нТл	
	РФ	Приполярные регионы РФ	РФ	Приполярные регионы РФ
Геморрагические инсульты	-0,150	0,094	-0,319	0,096
Ишемические инсульты	-0,245	0,048	-0,185	-0,109
Инфаркты миокарда	-0,056	-0,265	-0,203	-0,254
Острые коронарные синдромы	0,200	-0,263	-0,214	-0,385

Результаты представлены в виде корреляции Спирмена,  $n=12$

**Примечание:** результаты представлены в виде корреляции Спирмена,  $n=12$ .

**Сокращения:** ССС — сердечно-сосудистое событие, РФ — Российская Федерация.

100 тыс. человек. Максимальное количество ИИ в пересчете на 100 тыс. человек было в Северо-Западном и Приволжском ФО, минимальное — в Северо-Кавказском ФО (табл. 3).

Максимальное количество ИИ случалось весной и летом (с марта по август включительно), минимальное зимой и осенью (табл. 4). Наименьшее количество ИИ было зарегистрировано в сентябре, январе и феврале (рис. 1). По результатам ранее проведенного нами метаанализа [1], подобная сезонная динамика ИИ характерна для климата со значительным снижением атмосферного давления и  $\rho O_2$  летом по сравнению с зимой. Не для всех регионов РФ характерен большой контраст в атмосферном давлении между зимой и летом, но во всех регионах РФ  $\rho O_2$  зимой значительно выше, чем летом. Сезонная динамика ИИ была наиболее сильно выражена в Центральном, Приволжском и Сибирском ФО (табл. 4). Наиболее слабо сезонная динамика ИИ была выражена в Северо-Западном, Южном, Уральском, Дальневосточном ФО. Для Северо-Западного и Дальневосточного ФО это можно объяснить тем, что эти округа очень гетерогенны как по климатическим условиям, так и по сезонной динамике ИИ (табл. 4).

Корреляционный анализ выявил значимую ассоциацию увеличения количества ИИ летом с более низкими значениями атмосферного давления и  $\rho O_2$  в регионе (рис. 4). При этом, аналогично ГИ, повышение вероятности ИИ летом было ассоциировано с более низкой температурой воздуха в регионе (табл. 5). Это еще раз подтверждает, что ИИ летом провоцирует, главным образом, не жара, а низкая  $\rho O_2$ . Ранее многие авторы считали именно жару причиной ИИ летом, предполагая, что жара вызывает гемоконцентрацию [25]. Тем не менее метаанализы показали, что гематокрит и количество тромбоцитов выше зимой, а не летом [5, 7]. Кроме того, в большинстве регионов РФ, в которых зафиксировано увеличение ИИ летом, лето умеренно теплое, а не жаркое.

Зимой увеличение количества ИИ было ассоциировано с более высокими значениями атмосферного

давления в регионе (табл. 5). С одной стороны, высокое атмосферное давление увеличивает  $\rho O_2$ , что препятствует ИИ. С другой стороны, было показано уменьшение просвета сонных и позвоночных артерий у пациентов с артериальной гипертензией в дни с высоким атмосферным давлением [26].

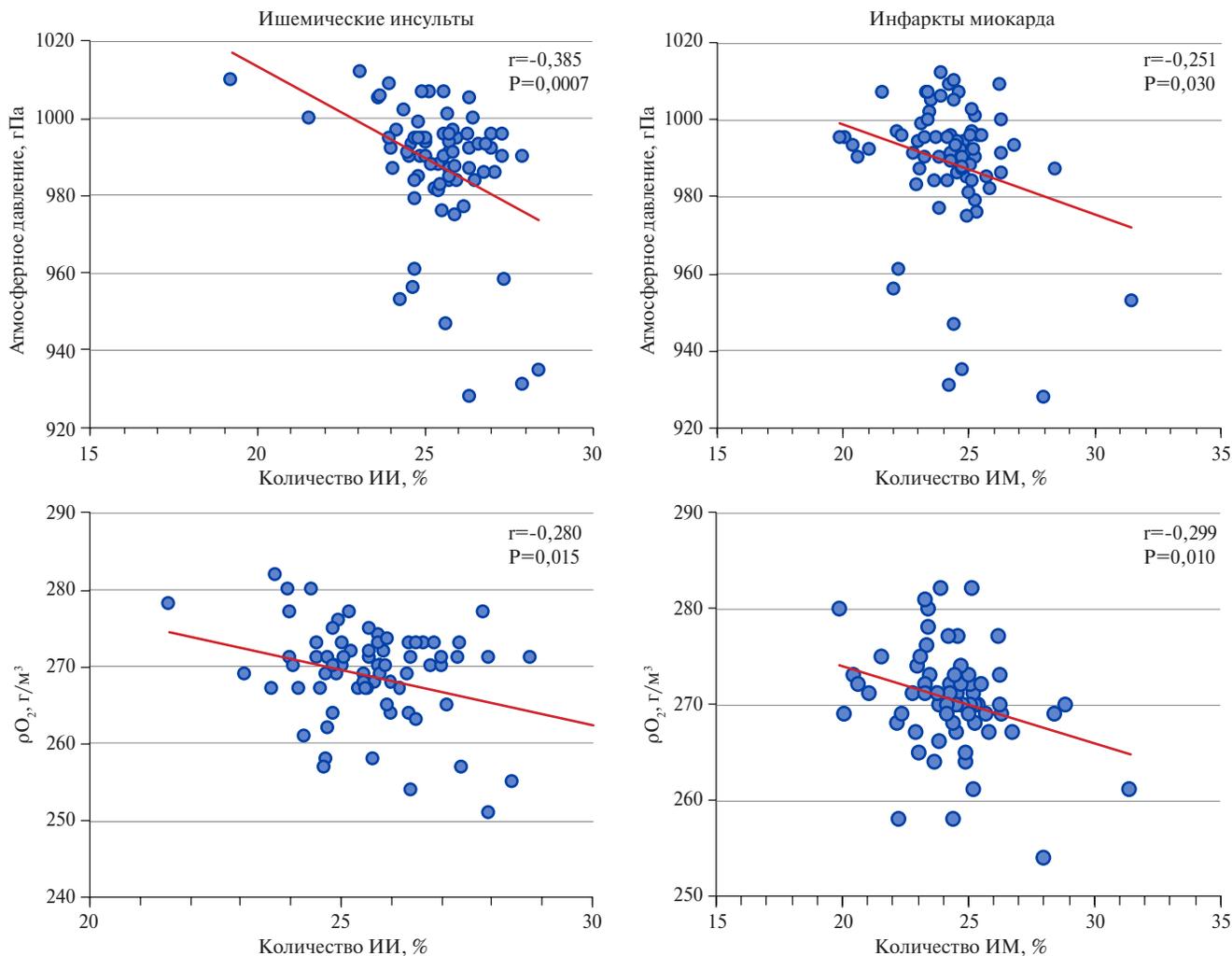
Мы не обнаружили взаимосвязи сезонной динамики ИИ с сезонной динамикой геомагнитной активности (табл. 6, рис. 3). Ранее мы установили увеличение цереброваскулярной патологии в годы с высокой геомагнитной активностью в странах Северной Европы, однако в том случае контраст в уровне геомагнитной активности между сравниваемыми годами был очень большим [27]. В другом исследовании в Литве А индекс обратно коррелировал с количеством инсультов [28].

#### Сезонная динамика ОКС и ИМ

Мы отдельно рассмотрели госпитализации по поводу ОКС и ИМ. Помимо ИМ ОКС включает в себя стенокардию и предынфарктное состояние. Данные патологии возникают при нарушении кровоснабжения миокарда, чаще всего, по причине атеросклероза или тромбоза.

За период 2016-2019гг в РФ зарегистрировано 2116248 случаев ОКС (361 на 100 тыс. человек) и 941410 случаев ИМ (161 на 100 тыс. человек), т.е. ОКС приблизительно в 44% случаев сопровождался ИМ. Максимальное количество ОКС в пересчете на 100 тыс. человек было в Сибирском и Уральском ФО, максимальное количество ИМ — в Северо-Западном и Сибирском ФО. Минимальное количество ОКС и ИМ случилось в Северо-Кавказском ФО (табл. 3).

ОКС чаще фиксировались зимой и весной (в декабре и в марте), чем летом и осенью. Наименьшее количество ОКС было зарегистрировано в июле, августе и сентябре (рис. 1). Для Центрального и Уральского ФО был характерен только весенний максимум ОКС (табл. 4). Риск ОКС в холодное время года обычно связывают с увеличением уровня циркулирующих липидов, гематокрита, тромбообразования и уровня АД [4-7]. В работе [29] Shibuya J, et al. наблюдали максимально плохие ангиографи-



**Рис. 4.** Ассоциация количества ИИ и ИМ с атмосферным давлением и  $\rho O_2$  в воздухе летом.

**Примечание:**  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона,  $P$  — значимость корреляции.

**Сокращения:** ИИ — ишемический инсульт, ИМ — инфаркт миокарда.

ческие показатели (минимальный просвет сосуда, максимальный липидный налет) у пациентов с ОКС зимой. Однако в РФ госпитализаций по поводу ОКС было много в декабре, но не в январе и феврале (рис. 1).

ИМ чаще развивался весной (рис. 1). В большинстве регионов РФ существенных различий в количестве ИМ между зимой и летом не было обнаружено. Слабее всего сезонная динамика ИМ была выражена в Сибирском и Дальневосточном ФО (табл. 4). Полученные данные согласуются с ранее проведенным нами метаанализом [2], который показал, что сезонная динамика ИМ слабо выражена в климате, в котором существует большой контраст между зимой и летом в уровне атмосферного давления или  $\rho O_2$ .

Корреляционный анализ не выявил существенной взаимосвязи ОКС с метеорологическими фак-

торами ни зимой, ни летом (табл. 5). Однако нами была обнаружена ассоциация между увеличением количества ИМ летом и более низкими значениями атмосферного давления и  $\rho O_2$  в регионе (рис. 4). Это указывает на то, что в условиях снижения  $\rho O_2$  ОКС чаще сопровождается ИМ.

Ранее нами было установлено, что в странах Северной и Центральной Европы наблюдается прямая взаимосвязь между количеством госпитализаций по поводу ишемической болезни сердца и количеством дней с высокой геомагнитной активностью. Так, в 2003г было зарегистрировано 148 дней с высокой геомагнитной активностью, а в 2009г всего 1 день, при этом количество госпитализаций возрастало в 2003г в 1,3 раза по сравнению с 2009г [27]. Похожие результаты были получены и другими авторами [30]. Кроме того, что геомагнитные возмущения способствуют подъему АД, есть наблюдения

дисфункции эндотелия, изменения реологических свойств крови, сократительной функции кардиомиоцитов, барорецепторного рефлекса под действием флуктуаций геомагнитного поля [24, 31-33]. Однако корреляционный анализ не выявил значимых взаимосвязей между геомагнитной активностью и количеством ОКС и ИМ (табл. 6). Из рисунка 3 видно, что в приполярной зоне совпадение кривых геомагнитной активности и госпитализаций по поводу ОКС и ИМ не было полным, но здесь следует учитывать, что фиксация госпитализаций в Регистре может запаздывать, поскольку происходит при выписке пациента из больницы. По этой причине, на наш взгляд, нельзя полностью исключить влияние геомагнитной активности на риск ОКС и ИМ в области высоких широт.

**Ограничения исследования.** Внесение госпитализации в Регистр осуществляется при выписке пациента из больницы, по этой причине возможно некоторое смещение кривых с учетом, что время госпитализации по поводу ССС составляет в среднем 1-4 нед.

При обработке данных мы не учитывали сезонные эпидемии острых респираторных вирусных инфекций, которые увеличивают риск ССС [34-37], также мы не включили в статистический анализ период пандемии новой коронавирусной инфекции.

## Заключение

1. Максимальное количество ГИ случилось зимой и весной, минимальное — летом. Зимой вероятность ГИ увеличивалась с уменьшением географической широты, летом — с уменьшением температуры воздуха.

2. Максимальное количество ИИ было зафиксировано весной и летом, минимальное зимой и осенью. Летом вероятность ИИ была ассоциирована с более низкими значениями температуры воздуха, атмосферного давления и  $\rho\text{O}_2$ . Зимой риск ИИ увеличивался при более высоких значениях атмосферного давления.

3. ОКС чаще случался зимой и весной, ИМ — чаще весной. Обнаружена ассоциация между увеличением количества ИМ летом и более низкими значениями атмосферного давления и  $\rho\text{O}_2$  в регионе.

4. Снижение  $\rho\text{O}_2$  летом существенно увеличивало количество ССС, связанных с ишемией, что должно учитываться при разработке профилактических мер.

5. Не было получено убедительных доказательств влияния геомагнитной активности на сезонную динамику ССС.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Литература/References

- Kuzmenko NV, Galagudza MM. Dependence of seasonal dynamics of hemorrhagic and ischemic strokes on the climate of a region: A meta-analysis. *Int J Stroke*. 2022; 17(2):226-35. doi:10.1177/17474930211006296.
- Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG, Galagudza MM. Seasonal dynamics of myocardial infarctions in regions with different types of a climate: a meta-analysis. *Egypt Heart J*. 2022;74(1):84. doi:10.1186/s43044-022-00322-5.
- Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG, Galagudza MM. Meta-analysis of the influence of gender and age on the seasonal dynamics of cerebral strokes. *Health Risk Analysis*. 2023;(1): 124-36. (In Russ.) Кузьменко Н.В., Плисс М.Г., Цырлин В.А., Галагудза М.М. Метаанализ влияния пола и возраста на сезонную динамику риска инсультов головного мозга. *Анализ риска здоровью*. 2023;(1):124-36. doi:10.21668/health.risk/2023.1.12.
- Kollias A, Kyriakoulis KG, Stambolliu E, et al. Seasonal blood pressure variation assessed by different measurement methods: systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2020;38(5):791-8. doi:10.1097/HJH.0000000000002355.
- Kuzmenko NV, Galagudza MM. Hormonal basis of seasonal metabolic changes in mammalian species. *Advances in Protein Chemistry and Structural Biology*. Academic Press. 2024. doi:10.1016/bs.apcsb.2024.02.005.
- Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG, Galagudza MM. Seasonal fluctuations of blood pressure and heart rate in healthy people: a meta-analysis of panel studies. *Hum Physiol*. 2022;48(3):313-27. (In Russ.) Кузьменко Н.В., Цырлин В.А., Плисс М.Г., Галагудза М.М. Сезонные колебания артериального давления и частоты сердечных сокращений у здоровых людей: мета-анализ панельных исследований. *Физиология человека*. 2022;48(3):313-27. EDN: MXVFQG.
- Zhao H, Li Y, Wu M, et al. Seasonal variation in the frequency of venous thromboembolism: An updated result of a meta-analysis and systemic review. *Phlebology*. 2020;35(7): 480-94. doi:10.1177/0268355519897650.
- Andreeva GF, Gorbunov VM. Basic aspects of seasonal cardiovascular mortality. *Rational pharmacotherapy in cardiology*. 2021;17(1):92-8. (In Russ.) Андреева Г.Ф., Горбунов В.М. Основные аспекты сезонной сердечно-сосудистой смертности. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2021;17(1):92-8. doi:10.20996/1819-6446-2021-02-01.
- Garriga A, Sempere-Rubio N, Molina-Prados MJ, Faubel R. Impact of seasonality on physical activity: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;19(1):2. doi:10.3390/ijerph19010002.
- Abdulan IM, Popescu G, Maştaleru A, et al. Winter holidays and their impact on eating behavior—a systematic review. *nutrients*. 2023;15(19):4201. doi:10.3390/nu15194201.
- Evzel'man MA, Orlova AD, Mityaeva EV, Kamchatnov PR. Meteorologicheskie faktory riska razvitiia ishemičeskogo insul'ta [Meteorological risk factors of ischemic stroke]. *Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova*. 2019;119(8-2):35-8. (In Russ.) Евзельман М.А., Орлова А.Д., Митяева Е.В., Камчатнов П.Р. Метеорологические факторы риска развития ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(8-2):35-8. doi:10.17116/jnevro201911908235.
- Kozlovskaja IL, Bulkina OS, Lopukhova VV, et al. Trends in hospitalizations of patients with acute coronary syndrome and indicators of the atmospheric state in Moscow in 2009-2012. *Ter Arkh*. 2014;86(12):20-6. (In Russ.) Козловская И.Л., Булкина О.С., Лопухова В.В. и др. Динамика госпитализаций больных с острым коронарным синдромом и показатели состояния атмосферы в Москве в 2009-2012 гг. *Терапевт. Архив*. 2014;86(12):20-6. doi:10.17116/terarkh2014861220-26.
- Butikov VN, Zaslavsky AS, Penina GO. Ischemic stroke in the inhabitants of European north: the analysis of risk factors. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2010;16(4):373-7. (In Russ.) Бутиков В.Н., Заславский А.С., Пенина Г.О. Ишемический инсульт у жителей Европейского Севера: анализ факторов риска. *Артериальная гипертензия*. 2010;16(4):373-7. doi:10.18705/1607-419X-2010-16-4-373-377.
- Rybak OK, Burlaka AN, Ivannikova NP, Burlaka AP. Influence of season pattern on prevalence and severity of acute myocardial infarction, function of hemostasis in patients with ischemic heart disease of climate area of Middle Volga region. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2007;3(3):68-72. (In Russ.) Рыбак О.К., Бурлака А.Н., Иванникова Н.П., Бурлака А.П. Влияние сезона года на частоту развития и тяжесть течения острого инфаркта миокарда, особенности функционирования системы гемостаза у больных ишемической болезнью сердца в климатической зоне Среднего Поволжья. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2007;3(3):68-72.
- Petrova EV, Popova TF, Gribacheva IA. Clinical features of cerebral hemorrhage and their effect on prognosis for younger patients. *Eurasian Union of Scientists*. 2016;(1-4): 89-93. (In Russ.) Петрова Е.В., Попова Т.Ф., Грибачева И.А. Клинические особенности течения кровоизлияний в головной мозг и их влияние на прогноз у пациентов молодого возраста. *Евразийский Союз Ученых*. 2016;(1-4):89-93.
- Khasanova NM, Popov VV, Sharashova EE. Seasonal changes of frequency of cerebral stroke progression in Arkhangelsk residents. *Human Ecology*. 2011;10:53-8. (In Russ.) Хасанова Н.М., Попов В.В., Шарашова Е.Е. Сезонные изменения частоты развития мозгового инсульта у жителей г. Архангельска. *Экология человека*. 2011;10:53-8.
- Okrugin SA, Repin AN. Seasonal incidence of acute coronary accidents in the climate of Western Siberia. *population research. Complex issues of cardiovascular diseases*.

- 2019;8(1):52-8. (In Russ.) Округин С. А., Репин А. Н. Частота возникновения острых коронарных катастроф в сезонном аспекте в условиях климата Западной Сибири. популяционное исследование. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019;8(1):52-8. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-1-52-58.
18. Kontsevaya AV, Lukyanov MM, Khudyakov MB, et al. Seasonal and monthly changes of mortality in Russian Federation regions with different climate and geographic variables. *Russian Journal of Cardiology*. 2014;(11):25-30. (In Russ.) Концевая А. В., Лукьянов М. М., Худяков М. Б. и др. Сезонные и месячные изменения смертности в регионах Российской Федерации с различными климато-географическими характеристиками. *Российский кардиологический журнал*. 2014;(11):25-30. doi:10.15829/1560-4071-2014-11-25-30.
  19. Boytsov SA, Lukyanov MM, Kontsevaya AV, et al. Features of seasonal cardiovascular mortality in winter in Russian Regions with different climatic and geographical characteristics. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2013;9(6):627-32. (In Russ.) Бойцов С. А., Лукьянов М. М., Концевая А. В. и др. Особенности сезонной смертности населения от болезней системы кровообращения в зимний период в регионах Российской Федерации с различными климато-географическими характеристиками. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2013;9(6):627-32. doi:10.20996/1819-6446-2013-9-6-627-632.
  20. Marques de Souza Franco A, Hajra R, Echer E, Bolzan MJA. Seasonal features of geomagnetic activity: a study on the solar activity dependence. *Ann. Geophys*. 2021;39(5):929-43. doi:10.5194/angeo-39-929-2021.
  21. Adamsson M, Laike T, Morita T. Annual variation in daily light exposure and circadian change of melatonin and cortisol concentrations at a northern latitude with large seasonal differences in photoperiod length. *J Physiol Anthropol*. 2016;36(1):6. doi:10.1186/s40101-016-0103-9.
  22. Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG. Seasonal dynamics of melatonin, prolactin, sex hormones and adrenal hormones in healthy people: a meta-analysis. *J Evol Biochem Phys*. 2021;57:451-72. doi:10.1134/S0022093021030029.
  23. Budnevsky AV, Ovsyannikov ES, Rezova NV, Shkatova Ya S. Melatonin and hypertension: a possible role in combination therapy. *Therapeutic Archive*. 2017;89(12):122-6. (In Russ.) Будневский А. В., Овсянников Е. С., Резова Н. В., Шкатова Я. С. Мелатонин и артериальная гипертония: возможная роль в комплексной терапии. *Терапевтический архив*. 2017;89(12):122-6. doi:10.17116/terarkh20178912122-126.
  24. Mayrovitz HN. Linkages Between Geomagnetic Activity and Blood Pressure. *Cureus*. 2023;15(9):e45637. doi:10.7759/cureus.45637.
  25. Lavados PM, Olavarría VV, Hoffmeister L. Ambient temperature and stroke risk: evidence supporting a short-term effect at a population level from acute environmental exposures. *Stroke*. 2018;49(1):255-61. doi:10.1161/STROKEAHA.117.017838.
  26. Melnikov VN, Polyakov VYa, Krivoshchekov SG, et al. Structural-functional characteristics of cervical vessels in hypertensive patients under changed atmospheric pressure. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2014;48(3):51-5. (In Russ.) Мельников В. Н., Поляков В. Я., Кривошеков С. Г. и др. Структурно-функциональные показатели сосудов шеи у обследуемых с артериальной гипертензией при изменении атмосферного давления. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2014;48(3):51-5.
  27. Pliss MG, Kuzmenko NV, Tsyrlin VA. The influence of geographical latitude on the number of hospitalizations for cardiovascular disease in years with low and high geomagnetic activity. *Translational Medicine*. 2017;4(6):13-21. (In Russ.) Плисс М. Г., Кузьменко Н. В., Цырлин В. А. Влияние географической широты на количество госпитализаций по поводу сердечно-сосудистых заболеваний в годы с низкой и высокой геомагнитной активностью. *Трансляционная медицина*. 2017;4(6):13-21. doi:10.18705/2311-4495-2017-4-6-13-21.
  28. Stoupe EG, Petrauskienė J, Kalediene R, et al. Space weather and human deaths distribution: 25 years' observation (Lithuania, 1989-2013). *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2015;26(5):433-41. doi:10.1515/jbcpp-2014-0125.
  29. Shibuya J, Kobayashi N, Asai K, et al. Comparison of coronary culprit lesion morphology determined by optical coherence tomography and relation to outcomes in patients diagnosed with acute coronary syndrome during winter -vs- other seasons. *Am J Cardiol*. 2019;124(1):31-8. doi:10.1016/j.amjcard.2019.03.045.
  30. Vencloviene J, Radisauskas R, Vaiciulis V, et al. Associations between Quasi-biennial Oscillation phase, solar wind, geomagnetic activity, and the incidence of acute myocardial infarction. *Int J Biometeorol*. 2020;64(7):1207-20. doi:10.1007/s00484-020-01895-z.
  31. Elhalel G, Price C, Fixler D, Shainberg A. Cardioprotection from stress conditions by weak magnetic fields in the Schumann Resonance band. *Sci Rep*. 2019;9(1):1645. doi:10.1038/s41598-018-36341-z.
  32. Varakin YuYa, Ionova VG, Sazanova EA, Sergeenko NP. Changes of catecholamins and rheological characteristics of human blood under influence of heliogeophysical factors. *Human Ecology*. 2013;7:27-33. (In Russ.) Варакин Ю. Я., Ионова В. Г., Сазанова Е. А., Сергеев Н. П. Изменения катехоламинов и реологических характеристик крови людей под воздействием гелиогеофизических факторов. *Экология человека*. 2013;7:27-33.
  33. Schiff JE, Vieira CLZ, Garshick E, et al. The role of solar and geomagnetic activity in endothelial activation and inflammation in the NAS cohort. *PLoS One*. 2022;17(7):e0268700. doi:10.1371/journal.pone.0268700.
  34. Long B, Brady WJ, Koefman A, Gottlieb M. Cardiovascular complications in COVID-19. *Am J Emerg Med*. 2020;38(7):1504-7. doi:10.1016/j.ajem.2020.04.048.
  35. Blackburn R, Zhao H, Pebody R, et al. Laboratory-Confirmed Respiratory Infections as Predictors of Hospital Admission for Myocardial Infarction and Stroke: Time-Series Analysis of English Data for 2004-2015. *Clin Infect Dis*. 2018;67(1):8-17. doi:10.1093/cid/cix1144.
  36. Luo W, Liu X, Bao K, Huang C. Ischemic stroke associated with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol*. 2022;269(4):1731-40. doi:10.1007/s00415-021-10837-7.
  37. Cherenko TM, Turchyna NS, Heletukh YL, et al. Seasonal factor and frequency of detection of herpes viruses and influenza virus in patients with ischemic stroke. *Wiad Lek*. 2021;74(4):923-8.