

Влияние космической погоды на здоровье человека. Аналитический обзор

С. Н. Носков^{1,2}, Д. С. Борисова^{1,2}, Г. Б. Еремин¹, Д. С. Исаев¹,
А. А. Ковшов^{1,2}, О. В. Мироненко², Е. А. Федорова²

¹ Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья,
Российская Федерация, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., 4

² Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова,
Российская Федерация, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Для цитирования: Носков С. Н., Борисова Д. С., Еремин Г. Б., Исаев Д. С., Ковшов А. А., Мироненко О. В., Федорова Е. А. Влияние космической погоды на здоровье человека. Аналитический обзор // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2024. Т. 19. Вып. 1. С. 54–74. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2024.105>

В статье проанализированы результаты научных исследований того, как изменения гелиогеомагнитной обстановки влияют на организм человека. Изменения космической погоды затрагивают практически все человеческие органы и системы. Большинство исследований было посвящено оценке влияния космической погоды на сердечно-сосудистую и нервную системы. Имеются научные данные о влиянии космической погоды на органы дыхания, пищеварения, репродуктивную систему, а также на течение инфекционного процесса.

Ключевые слова: космическая и земная погода, метеогелиогеофизические факторы, сердечно-сосудистая система, центральная нервная система, метеопатические реакции, систематический обзор.

Введение

Известно, что космическая и земная погода могут оказывать значительное влияние на физиологический статус организма, в том числе и в форме метеопатических реакций, развития острых или обострения хронических заболеваний. Изучению влияния земной погоды на состояние здоровья человека посвящено большое число публикаций. Несмотря на то что множество процессов на Земле связаны с гелиогеофизическими явлениями, научных исследований, содержащих четкую систему и методологическую базу в области изучения влияния гелиогеофизических факторов на состояние здоровья населения, в настоящее время недостаточно. При этом выявление особенностей воздействия космической погоды на организм человека является сегодня одной из наименее изученных междисциплинарных проблем. К тому же данные, полученные разными исследователями, имеют в ряде случаев противоречивый характер. Сложившаяся ситуация может быть объяснена различиями климатических условий, в которых выполнялись исследования, необходимостью оценки многофакторного влияния метеогелиогеофизических факторов, различием половозрастных особенностей исследованных групп, влиянием таких

конфаундинговых факторов, как характер питания, образ жизни, социально-экономическое положение, наличие вредных привычек. Вышеуказанное определяет актуальность данного исследования.

Материалы и методы

В ходе исследования проведен аналитический обзор имеющихся литературных данных (отечественной и зарубежной литературы, глубина проработки не менее 10 лет). Проанализированы оригинальные статьи по оценке влияния космической и земной погоды на здоровье человека, представленные в библиографических и реферативных базах данных и информационных системах PubMed, Scopus, Web of Science, НЭБ (eLibrary), «КиберЛенинка», результаты диссертационных исследований, отвечающие критериям соответствия заявленной цели и качества результатов исследований. Всего было выявлено 204 полнотекстовые публикации по результатам целевого поиска, из которых 106 в полной мере отвечали этим критериям включения.

Результаты

Формирование жизни и ее развитие происходят под воздействием космических и земных факторов. Известно, что генерируемые под действием космофизических факторов электромагнитные возмущения, протекающие в околоземном космическом пространстве при взаимодействии с биосферой, атмосферой, ионосферой и магнитосферой, оказывают влияние на живые организмы [1, 2].

Основоположителем исследований в области воздействия космической погоды на биообъекты является Александр Леонидович Чижевский (1897–1964) — советский ученый, патофизиолог, биофизик. Благодаря ему собран и проанализирован значительный пласт экспериментальных исследований, позволивший сделать вывод о существовании как прямого, так и опосредованного влияния факторов космической погоды на изменения различных процессов в биосфере (например, на здоровье животных и человека, а также на вирулентность/патогенность микроорганизмов) [3, 4].

Кроме того, А. Л. Чижевским выявлена зависимость между различными погодными возмущениями и солнечной цикличностью, которая в среднем равняется 11 годам («цикл Швабе», или цикл «Швабе-Вольфа») [4]. Изменения в солнечной активности отражались и на биологических объектах, оказывая десинхронизирующее влияние эндогенных ритмов с внешними условиями, приводя к возникновению стресс-реакции [4].

Известно, что реакция человеческого организма на изменение гелиогеофизической обстановки в большей степени выражается в изменении механизмов регуляции внутренней структуры согласования всех уровней организации живого организма [5–7]. Так, воздействие гелиогеомагнитных возмущений сопряжено с ухудшением функции легких [8–10], повышением инфекционной заболеваемости [11–14], ухудшением течения различных болезней органов пищеварения [15–18], снижением фертильности и репродуктивного потенциала [19–28]. Однако наиболее обсуждаемыми в научной сфере, по данным [29–34], оказались вопросы влияния космической погоды на сердечно-сосудистую и нервную системы.

Мнение о зависимости самочувствия от геомагнитных бурь уже твердо устоялось в общественном сознании [9]. Сегодня оно подтверждается различными научными исследованиями, результаты которых позволяют говорить об усилении психопатогенного влияния космических факторов на биологические объекты [30, 35].

Ухудшение самочувствия достигает максимума сразу после солнечной вспышки (солнечный свет вместе с рентгеновским излучением достигает атмосферы Земли через 8–12 минут и оказывает воздействие на функциональное состояние организма), а затем с началом магнитной бури (через сутки после солнечной вспышки) [29, 36].

По мнению ряда ученых [29, 37], рост заболеваемости и смертности связан с изменениями чисел Вольфа. Существует перечень заболеваний [29], для которых такая связь надежно установлена: идиопатическая тромбоцитопеническая пурпура (болезнь Верльгофа, D69.3), пневмонии (J12–J18), хронические бронхиты (J41–J42), астма (J45), глаукома (H40), кератит (H16), экзема (L30.8), атопический дерматит (L20), различные виды акушерской патологии, включая поздние токсикозы беременности (поздняя рвота беременных, O21.2), анкилозирующий спондилит (болезнь Бехтерева, M45) [29, 38].

Известно, что геомагнитные возмущения не вызывают специфических заболеваний, но вследствие нарушения гомеостаза могут вызывать функциональные нарушения, в особенности это касается сердечно-сосудистой системы [38]. Следует отметить, что в развитых странах [39], в том числе и в Российской Федерации, сердечно-сосудистая патология обуславливает более 50 % всех случаев летальных исходов [40].

Болезни системы кровообращения являются одними из наиболее восприимчивых к воздействию гелиогеомагнитных факторов [40, 41]. Отмечается, что частота кризов у больных с артериальной гипертензией (АГ), смертность от инфаркта миокарда и нарушений мозгового кровообращения во многом определяется колебаниями космической и земной погоды [29, 30]. В то же время на здоровый организм геомагнитные бури производят слабый эффект, приводя к запуску процессов адаптации, что может стать причиной незначительных кратковременных расстройств, не выходящих за границы адаптационных возможностей организма [30].

Определить реакцию сердечно-сосудистой системы здорового человека на гелиогеофизические возмущения затруднительно, поскольку организм одновременно подвергается воздействию множества различных факторов среды обитания. Однако существует ряд работ, в которых было установлено, что частота обострений болезней системы кровообращения увеличивается после магнитной бури [9, 32].

Как наиболее чувствительная, сердечно-сосудистая система одна из первых включается в процесс адаптации к экстремальным условиям по типу стресс-реакции, что приводит к изменениям в системе гемостаза: изменяется сосудистый тонус, реологические свойства крови, нарушаются взаимоотношения свертывающей и противосвертывающей систем [41].

По некоторым данным [42], гелиогеомагнитные факторы могут являться триггерами внезапной сердечной смерти (ВСС). У больных ишемической болезнью сердца (ИБС) частота ВСС составляет примерно 90 % случаев [42], что является поводом для всестороннего изучения и анализа различных аспектов физиологической регуляции деятельности сердца.

По данным ряда исследователей, в период геомагнитных бурь частота возникновения острых сердечно-сосудистых катастроф увеличивается на 10–20% [43]. В исследованиях [44] отмечалось, что у больных ИБС в периоды повышенной солнечной активности наблюдается увеличение уровня гемоглобина, содержания моноцитов и лейкоцитов, концентрации липопротеидов, фибриногена и холестерина, а также определяются изменения variability сердечного ритма, сопровождающиеся повышением тонуса симпатической нервной системы. Кроме того, в периоды геомагнитных бурь частота случаев ВСС у больных ИБС значительно выше, чем в период нормального состояния магнитного поля Земли [45].

Непосредственные механизмы воздействия гелиогеомагнитных возмущений на свойства плазмы крови и других жидкостей в организме человека при различных состояниях сердечно-сосудистой системы остаются малоизученными. В частности, в работах [45, 46] было установлено, что изменение структуры плазмы крови, гипоталамуса, миокарда и гиппокампа представляет молекулярную основу физиологической регуляции сердечной деятельности. Кроме того, были получены данные, свидетельствующие о том, что у здоровых лиц гелиогеомагнитные возмущения влияют на спектральные свойства межклеточной жидкости [46], а во время усиления напряжения геомагнитного поля увеличивалась частота инфарктов миокарда, острых нарушений мозгового кровообращения [45]. По полученным данным [47], у пациентов с АГ и ИБС в день развития гелиогеофизических возмущений, а также в первые два дня после них регистрируются нарушения реологических свойств крови (гиперкоагуляция и активация фибринолиза). В дни с нестабильной геомагнитной обстановкой отмечается увеличение числа вызовов скорой помощи к пациентам с болезнями системы кровообращения [48].

По мнению ряда ученых [49, 50], однократные и повторяющиеся кратковременные изменения геомагнитного поля изменяют электрические и гемодинамические показатели организма здоровых и людей пациентов с АГ. Установлено, что ослабление геомагнитного поля вызывает в организме выраженные компенсаторно-приспособительные реакции: происходит увеличение низкочастотного вклада в общую мощность спектра кардиоритма с 26 до 38%, увеличение в 1,3–2,4 раза активности альфа-ритма при электроэнцефалографии и уменьшение по данным реоэнцефалографии кровенаполнения сосудов головного мозга на 18–25%, что подтверждает влияние космофизических возмущений на функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем [50].

У пациентов с АГ кратковременное ослабление геомагнитного поля приводит по сравнению со здоровыми людьми к увеличению доли низкочастотного спектра в общей структуре кардиоритма (с 35 до 46%) и повышению уровня диастолического артериального давления в среднем на 16%. Также в ряде работ [49, 51] отмечалось, что при ослаблении геомагнитного поля зависимость динамики артериального давления от сезонных колебаний гелиогеофизических факторов в раннем онтогенезе и у больных с АГ увеличивается, а у здоровых людей — уменьшается.

В 2003 г. в Российской Федерации был инициирован проект «Гелиомед», в рамках которого были выполнены длительные мониторинговые исследования состояния сердечно-сосудистой системы функционально здоровых лиц среди взрослого населения различных этнических групп и проживающих в различных климатических районах [30, 52–54]. В результате определены показатели сердечно-сосудистой

системы, необходимые для оценки эффектов воздействия космофизических факторов на организм человека [37, 50]. Установлено, что в условиях дополнительной физической и психоэмоциональной нагрузки за сутки до главной фазы геомагнитной бури наблюдаются изменения данных показателей. Для восстановления всех показателей до нормы во время спокойного геомагнитного поля было достаточно десятиминутного отдыха, а в дни возмущения магнитного поля отмечался сдвиг коэффициента симметрии зубца Т в сторону патологий. Мужчины обладают пониженной адаптационной способностью к воздействию гелиогеомагнитных возмущений по сравнению с женщинами [37, 53, 55].

При анализе сердечно-сосудистых катастроф [55, 56] установлена зависимость случаев острого нарушения мозгового кровообращения от космофизических факторов. Кроме того, в ряде работ [56, 57] отмечалось, что с ростом степени АГ увеличивается степень воздействия комплекса факторов космической и земной погоды, выражающаяся в том числе изменением показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений у больных АГ.

Частота госпитализации пациентов с инфарктом миокарда и острыми нарушениями мозгового кровообращения (ОНМК), по мнению ряда ученых [58–61], также находится в зависимости от гелиогеомагнитной обстановки. Так, в магнито-возмущенные дни с диагнозом ОНМК в сутки поступало больше человек, чем в магнито-спокойные дни ($2,41 \pm 0,132$ чел./сут. против $1,66 \pm 0,033$ чел./сут.) [59, 60]. По данным [61], факторы гелиогеофизической природы способствуют развитию менее тяжелых случаев заболеваний, связанных с нарушением мозговой гемодинамики.

В ряде исследований [62–64] отмечается влияние факторов космической погоды на биохимические и физиологические показатели сердечно-сосудистой системы. Под влиянием геомагнитной бури происходит изменение большинства параметров электрокардиографии. В главную фазу магнитной бури и после нее происходит ухудшение сократимости миокарда, обусловленное снижением систолического давления на 13 % [62, 65]. Длительность интервалов PQ, RR, зубца Р увеличивается. Подобную реакцию интервала зубцов RR отмечали и в других работах [62, 66]. Изменения параметров указывают на преобладание парасимпатического влияния на сердце [63] и негативное воздействие магнитных бурь на функционирование проводящей системы сердца.

Снижение ЧСС и высоты зубца Т отражает ухудшение коронарного кровотока и ухудшение потребления кислорода миокардом [62].

В период магнитных бурь статистически значимо увеличивается: активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) — на 50 %; концентрация инсулина — в 2,7 раза; тиреотропного и соматотропного гормонов — на 80 и 34 % соответственно [62]. После бури снижается содержание трийодтиронина (на 43 %), соматотропина (на 22 %) и возрастают концентрации ЛДГ и тиреотропина. Для показателей углеводного обмена характерна «опережающая» реакция на геомагнитную бурю, проявляющаяся увеличением содержания глюкозы в крови [62]. Концентрации трийодтиронина, тироксина, тиреотропина и соматотропина проявляют «запаздывающую» реакцию, то есть изменения их концентраций наиболее выражены после окончания бури. Гормоны щитовидной железы влияют на активность Na/K-насоса мембран кардиомиоцитов [62], повышают чувствительность сердечно-сосудистой системы

к воздействию катехоламинов и, таким образом, изменяют ударный объем сердца и частоты сердечных сокращений [62, 67].

Следует отметить, что вывод А. Л. Чижевского «о влиянии планет и солнечной активности на развертывающийся в земных масштабах социально-исторический процесс» приобретает все больше подтверждений [9, 68, 69]. Ряд работ [70–77] посвящен влиянию природных факторов на динамику психических заболеваний (включая суицидальное поведение), уголовную преступность и общую социальную стабильность. Начало исследований этого вопроса было положено А. Л. Чижевским в его брошюре «Физические факторы исторического процесса» [78], в которой показано, что так называемые революции приходятся на период максимумов солнечной активности, следующих циклически, с периодом около 11 лет. Результаты этой работы во второй половине XX в. неоднократно проверялись независимыми авторами [79–84], однако большинству современных исследователей сам факт влияния космической погоды на социальные процессы представляется странным или вовсе неприемлемым. Тем не менее в настоящее время эта идея эмпирически обоснована: глобальные экологические факторы, несомненно, влияют на творческую продуктивность, степень социальной конфликтности, динамику заболеваемости психическими расстройствами и расстройствами поведения [84–86]. По мнению ряда авторов [87–89], предположение о существовании в среде обитания психотропного фактора, связанного с космической погодой, подтверждается данными нейрофизиологии и электромагнитной биофизики [30, 89].

Первым, кто сопоставил террористическую активность с космофизическими факторами, был А. Л. Чижевский [90], обнаружив, что частота следования «актов» эсеровских боевиков в 1902–1911 гг. линейно коррелирует с числами Вольфа ($+0,74 \pm 0,15$). Аналогичные результаты получены для частоты крестьянских бунтов и преступлений против личности. В последующие годы к этому вопросу никто из отечественных исследователей не обращался. Лишь недавно была предпринята попытка определить типичную гелиогеофизическую ситуацию перед изолированным террористическим актом, при этом использовался перечень наиболее нашумевших покушений на политических деятелей прошлого века [91–94].

Гигиеническое значение естественных магнитных полей давно вызывает интерес у исследователей. Ряд работ посвящен исследованию влияния магнитного поля Земли и Солнца на динамику заболеваемости и смертности населения. При этом наиболее информативен учет статистических данных о случаях насильственной смерти человека (убийства, суициды) и травматизма. Известно возрастание числа таких случаев в отдельные дни или периоды, что связано с психическим состоянием определенных групп населения. Однако в последние годы отмечается противоречивость полученных результатов, их низкая воспроизводимость. Логично предположить, что солнечно-земные связи зависят от уровня техногенного электромагнитного загрязнения окружающей среды и локальных геофизических особенностей территорий; в то же время региональные особенности медико-биологических эффектов изменений геомагнитного поля в сравнительном аспекте фактически не изучались.

Территории с повышенным уровнем естественных магнитных полей относят к понятию «зона геофизических аномалий». На Европейской части России к таковым относят Курскую магнитную аномалию, зоны полярной шапки и тектони-

ческих разломов (геологически активные зоны). Условно к этому понятию можно отнести и мегаполисы в связи с выраженным электромагнитным загрязнением окружающей среды.

Для населения, проживающего в зонах геофизических аномалий, характерны следующие особенности реакции на изменения геомагнитной и солнечной активности. При кратковременном (3–12 часов) снижении геомагнитной активности в Ленинградской и Калининградской областях число убийств и производственных травм возрастает, а суицидов — снижается [95]. В зонах геофизических аномалий такая закономерность не обнаруживалась, корреляционная связь геомагнитной активности с динамикой убийств в Мурманской области и суицидов в г. Санкт-Петербурге находится в обратной зависимости от радиоизлучения Солнца.

В зоне Курской магнитной аномалии динамика производственного травматизма не зависела от короткопериодных колебаний геомагнитной активности и наблюдалась парадоксальная реакция на суточные ее снижения: в периоды падения геомагнитной активности число производственных травм в регионе снижалось.

В геологически активных зонах блокируется влияние высокой геомагнитной активности, низкого радиоизлучения Солнца (2,8 ГГц) и гравитационных возмущений на динамику суицидов. Если вне геологически активных зон 50 % суицидов происходили на фоне низкого радиоизлучения Солнца и 8,6 % на фоне высоких К-индексов, то в геологически активных зонах — в 16,7 и 16,4 % случаев соответственно ($p < 0,05$).

Зависимость динамики суицидов от геомагнитной активности по-разному проявлялась у мужчин и женщин [96]. Суициды у мужчин на фоне высокой геомагнитной активности чаще происходили на фоне низкого радиоизлучения Солнца, а у женщин — на фоне высокого уровня радиоизлучения ($p < 0,01$). Частота суицидов у контингентов, проживающих в геологически активных зонах, на 27 % выше, чем у проживающих вне этих зон [95].

Было установлено, что если в регионах с относительно низким электромагнитным фоном падение геомагнитной активности провоцировало травматизм, то у жителей мегаполиса эта закономерность исчезает, а в зоне Курской магнитной аномалии наблюдалась обратная парадоксальная реакция [97, 98].

По полученным данным [99], наибольшее влияние на динамику насильственной смерти оказывают кратковременные повышения К-индекса в утренние часы и снижения геомагнитной активности после 12 часов.

Чувствительность человеческого организма к воздействию физических (магнитных и гравитационных) полей многие авторы связывают с ионами кальция и железа [100]. Проведенные ранее исследования [100, 101] показали, что уровень накопления кальция и железа в организме человека определяется показателями качества питьевой воды, в том числе ее жесткостью. Для изучения влияния жесткости питьевой воды на чувствительность человека к магнитным и гравитационным полям был проведен ряд исследований [100, 102]. В частности, были получены данные о том, что жесткость питьевой воды существенно меняет чувствительность пациентов с АГ к вариациям трехчасовых К-индексов: число кризов возрастает при употреблении мягкой воды в моменты повышенной геомагнитной активности, а при использовании жесткой воды наблюдается обратная закономерность [101, 102].

Таблица 1. ЭЭГ-характеристики при различной активности Солнца

Количество солнечных пятен	Амплитуда дельта-ритма, mkV/Hz	Индекс дельта-ритма, %	Частота дельта-ритма, Hz	Мощность дельта-ритма, mkV ² /Hz	Индекс бета-ритма, %
35	3,22 ± 0,77	41,78 ± 8,75	1,70 ± 0,62	40,91 ± 14,64	21,02 ± 5,35*
51	4,01 ± 0,68*	54,20 ± 3,88*	1,48 ± 0,14*	60,19 ± 16,98*	26,01 ± 3,12*
79	3,41 ± 0,63	47,62 ± 6,78	1,44 ± 0,17*	40,96 ± 11,290	24,87 ± 3,89
129	2,38 ± 0,52*	36,25 ± 3,89*	2,02 ± 0,39*	25,05 ± 4,01*	34,39 ± 5,24*

Примечание: * — различия статистически значимы при $p < 0,05$; $M \pm m$.

Кроме того, от уровня солнечной активности и сезона года обостряется течение эпилепсии [103, 104], и в целом текущая солнечная активность оказывает влияние на самочувствие человека и его работоспособность [105].

Проведено исследование [106] изучения влияния ряда метеофакторов (атмосферного давления, температуры воздуха и уровня солнечной активности) на электроэнцефалографические (ЭЭГ) характеристики и показатели умственной работоспособности. Полученные результаты показали, что внешние погодные факторы оказывали неоднозначное влияние на умственную работоспособность и электрическую активность головного мозга студентов.

В работе была обнаружена зависимость между активностью Солнца и функциональным состоянием головного мозга (табл. 1). При высокой солнечной активности (129 солнечных пятен) на ЭЭГ у обследуемых наблюдались следующие характеристики дельта-ритма: высокая частота, низкие амплитуда, индекс и мощностная плотность, а также высокое значение индекса бета-ритма. Это свидетельствует о доминировании процессов возбуждения над процессами торможения, то есть о несбалансированности нервных процессов. Среднее значение солнечной активности (51 и 79 пятен) характеризовалось, наоборот, доминированием медленно-волновой дельта-активности, что свидетельствует о значительной выраженности процессов торможения в данных условиях. Влияние слабой солнечной активности (35 солнечных пятен) выразилось в более слабовыраженном процессе торможения (о чем свидетельствует низкий индекс дельта-ритма) на фоне низкого уровня активации коры (о чем свидетельствует низкий индекс бета-ритма) у испытуемых в этих условиях.

Таким образом, при высокой солнечной активности функциональное состояние обследуемых характеризовалось более выраженными процессами активации головного мозга, при средней и низкой — процессами торможения. Также была выявлена определенная зависимость между изменением солнечной активности и показателями умственной работоспособности. Как видно из приведенных данных в табл. 2, эти изменения касались только показателей объема и скорости переработки информации, объем которой фиксировался в количестве печатных знаков усвоенного текста.

Следует отметить, что высокие значения ($p < 0,05$) данных характеристик умственной работоспособности совпадали с низкой (35 солнечных пятен) активностью Солнца на фоне среднего уровня выраженности процессов торможения и высокой (129 солнечных пятен) солнечной активностью на фоне слабой выраженности

Таблица 2. Показатели умственной работоспособности при различной активности Солнца

Количество солнечных пятен	Объем, знаков	Скорость, знаков/мин
35	990,14 ± 121,02*	510,34 ± 63,26*
51	640,04 ± 61,89*	319,75 ± 41,02*
79	748,03 ± 72,60	361,31 ± 38,01
129	829,01 ± 85,03*	415,03 ± 52,11*

Примечание: * — различия статистически значимы при $p < 0,05$; $M \pm m$.

процессов торможения и большей — процессов активации коры. Низкий уровень ($p < 0,05$) умственной работоспособности приходился на дни со средней солнечной активностью (51 и 79 солнечных пятен) на фоне значительной выраженности процессов торможения.

Обсуждение результатов

Изменения гелиогеомагнитной обстановки влияет практически на все органы и системы человеческого организма. Наибольшее количество исследований посвящено оценке влияния космической погоды на сердечно-сосудистую систему (41 статья — 38,3%) и нервную систему (45 статей — 42,0%). Влияние на сердечно-сосудистую систему проявлялось изменением тонуса сосудистой стенки, реологических свойств крови и нарушением взаимоотношений свертывающей и противосвертывающей систем, что, в свою очередь, сопровождалось увеличением частоты обострений (кризов) у больных с АГ, повышением уровня смертности от инфаркта миокарда и острых нарушений мозгового кровообращения; увеличением частоты случаев ВСС у больных с ИБС, увеличением вклада низкочастотной составляющей спектра в общую мощность кардиоритма, увеличением доли очень низкочастотного спектра в общей мощности кардиоритма и повышением уровня диастолического артериального давления у больных с АГ, ухудшением сократимости миокарда. Влияние на центральную нервную систему заключалось в психотропном воздействии и проявлялось увеличением частоты террористической активности, увеличением числа убийств и производственных травм, уменьшением числа суицидов, обострением течения эпилепсии. На ЭЭГ это влияние выражалось несбалансированностью нервных процессов, неоднозначным влиянием на умственную работоспособность.

Другими системами, подвергающимися влиянию космической погоды, являются органы дыхания (4 статьи — 3,7%), пищеварения (5 статей — 4,7%) и репродуктивная система (11 статей — 10,3%). Кроме того, от влияния солнечной активности зависит и течение инфекционного процесса (5 статей — 4,7%). Данные распределения представлены в табл. 3. При этом следует уточнить, что всего в исследование включено 106 статей, однако в таблице указано 112 (абсолютное количество проанализированных статей). Связано это с тем, что в некоторых источниках упоминается одновременно несколько систем.

Таблица 3. Распределение литературных источников в зависимости от направления воздействия на системы организма

Направление воздействия	Абсолютное количество проанализированных статей, шт.	Относительное количество проанализированных статей, %	Ранговое место по упоминанию от общего количества
Нервная система	45	42,0	1
Сердечно-сосудистая система	42	38,3	2
Репродуктивная система	11	10,3	3
Течение инфекционного процесса	5	4,7	4
Пищеварительная система	5	4,7	4
Дыхательная система	4	3,7	5

Заключение

На данный момент известно множество фактов, убедительно свидетельствующих о влиянии космической погоды на здоровье человека. В результате выполненного исследования установлено, что наиболее изученным оказалось влияние космической погоды на нервную и сердечно-сосудистую системы, занявшие первое и второе ранговые места по количеству упоминаний в анализируемых статьях. На третьем ранговом месте оказалась репродуктивная система, на четвертом — упоминание о влиянии на пищеварительную систему и течение различных инфекционных процессов, на пятом — влияние на систему органов дыхания.

Результаты работы научных исследований последних десятилетий свидетельствуют о возрастающей индивидуальной чувствительности человеческого сообщества к изменениям солнечной активности, атмосферной циркуляции, геомагнитной активности и другим факторам космической и земной погоды. Таким образом, проводимые научные исследования являются основой для разработки управленческих решений и мер профилактики, направленных на снижение заболеваемости и смертности среди населения, связанных с воздействием факторов космической и земной погоды.

Литература

1. Владимирский Б. М. К 110-летию со дня рождения А. Л. Чижевского. А. Л. Чижевский и феномен русского космизма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2007. Т. 1, № 59. С. 3–7.
2. Хачикян Г. Я., Пятелина С. В., Воронина Л. А., Морозова Е. Ф., Исабекова Ж. К. О возможной связи погоды в Казахстане с «космической погодой» // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия физико-математическая. 2002. Т. 4. С. 66–74.
3. Чижевский А. Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. М.: Гелиотараксия, 1995.
4. Жеребцова В. В., Ланденюк А. В. Гелиобиология, ее актуальность и современные исследования // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. Т. 6. С. 396–397.
5. Feigin V. L., Parmar P. G., Barker-Collo S., Bennett D. A., Anderson C. S., Thrift A. G., Stegmayr B., Rothwell P. M., Giroud M., Bejot Y., Carvil P., Krishnamurthi R., Kasabov N. Geomagnetic storms can trigger stroke: evidence from 6 large population-based studies in Europe and Australasia // Journal of Stroke. 2014. Vol. 45, no. 6. P. 1639–1645.
6. Баженов А. А., Аверина А. С., Прикоп М. В. Влияние гелиогеофизических факторов на здоровье человека // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. 2014. Т. 6, № 100. С. 125–129.

7. *Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А.* Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. М.: Междунар. незав. экол.-политолог. ун-т, 2000.
8. *Anand K., Vieira C. L. Z., Garshick E., Wang V., Blomberg A., Gold D. R., Schwartz J., Vokonas P., Koutrakis P.* Solar and geomagnetic activity reduces pulmonary function and enhances particulate pollution effects // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 838, no. 3. P. 156434.
9. *Бреус Т. К., Ранопопт С. И.* Магнитные бури: медико-биологические и геофизические спектры. М.: Советский спорт, 2003.
10. *Ревич Б. А.* Волны жары как фактор риска для здоровья населения // *Пульмонология*. 2011. Т. 4. С. 34–37.
11. *Костюк А. С., Ушакова О. В., Туманянц К. Н.* Влияние космической погоды на инфекционную заболеваемость в г. Севастополе // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия*. 2013. Т. 4, № 65. С. 60–69.
12. *Ачкасова Ю. Н., Бобова В. П., Брызгунова Н. И., Владимирский Б. М.* Секторная структура межпланетного магнитного поля и размножение бактерий в лабораторном эксперименте // *Солнечные данные*. 1978. Т. 1. С. 99–102.
13. *Фролов А. Ф., Орлюк М. И., Запорожная В. И., Роменец А. А.* Эпидемический процесс гриппа и некоторые факторы биосферы физической природы // *Доклады Национальной академии наук Украины*. 2009. Т. 1. С. 172–176.
14. *Кострюкова Н. К., Карпин В. А., Гудков А. Б.* Влияние гелиогеофизических факторов на инфекционный процесс // *Сибирский медицинский журнал*. 2004. Т. 8. С. 5–8.
15. *Тюльтяева Л. А., Денисова Т. П., Липатова Т. Е., Шульпина Н. Ю.* Гелиогеомагнитные параметры и патология органов пищеварения у пациентов разного возраста // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2020. Т. 16, № 1. С. 181–185.
16. *Шапошников Д. А., Ревич Б. А.* О некоторых подходах к вычислению рисков температурных волн для здоровья // *Анализ риска здоровью*. 2018. Т. 1. С. 22–31.
17. *Бреус Т. К., Бинги В. Н., Петрукович А. А.* Магнитный фактор солнечно-земных связей и его влияние на человека: физические проблемы и перспективы // *Успехи физических наук*. 2016. Т. 5, № 186. С. 568–576.
18. *Денисова Т. П., Черненко Ю. В., Тюльтяева Л. А., Шульдьяков В. А.* Математическая гастроэнтерология. Саратов: Изд-во Саратов. гос. мед. ун-та, 2013.
19. *Букалов А. В.* Влияние солнечной активности на продолжительность жизни человека. Гелиогеофизический импринтинг // *Материалы Международного семинара «Биологические эффекты солнечной активности»*. Пушино-на-Оке, 2004. С. 37–38.
20. *Мартыросян В. В., Долгушева Ю. А.* Анализ влияния гелиогеофизических и метеорологических факторов на инсульты с учетом фаз солнечного цикла. Ростов н/Д.: АкадемЛит, 2014.
21. *Skjærvø G. R., Fosøy F., Røskoft E.* Solar activity at birth predicted infant survival and women's fertility in historical Norway // *Proceedings of the Royal Society*. 2015. No. 1801. P. 20142032.
22. *Bancroft B. A., Baker N. J., Blaustein A. R.* Effects of UVB radiation on marine and freshwater organisms: a synthesis through meta-analysis // *Ecology Letters*. 2007. Vol. 10. P. 332–345.
23. *Llabres M., Agustí S., Fernandez M., Canepa A., Maurin F., Vidal F., Duarte C. M.* Impact of elevated UVB radiation on marine biota: a meta-analysis // *Global Ecology and Biogeography*. 2013. Vol. 22. P. 131–144.
24. *Davis G. E., Lowell W. E.* Peaks of solar cycles affect the gender ratio // *Med. Hypotheses*. 2008. Vol. 71. P. 829–838.
25. *Diffey B. L.* Solar ultraviolet radiation effects on biological systems // *Phys. Med. Biol.* 1991. Vol. 36. P. 299–328.
26. *Lucock M., Yates Z., Martin C., Choi J. H., Boyd L., Tang S., Naumovski N., Furst J., Roach P., Jablonski N., Chaplin G., Veysey M.* Vitamin D, folate, and potential early lifecycle environmental origin of significant adult phenotypes // *Evol. Med. Pub. Health*. 2014. Vol. 1. P. 69–91.
27. *Василевская С. Е., Головина Е. Г., Карелин А. О., Ступишина О. М.* Влияние солнечной активности (К Р 10,7) на результативность экстракорпорального оплодотворения // *Погода и биосистемы: материалы междунар. конф. СПб.: Астерион, 2006.*
28. *Верзилина И. Н., Чурносов М. И.* Анализ распространенности врожденных пороков развития среди новорожденных в Белгороде // *Актуальные вопросы научно-практической медицины*. 2002. Т. 6. С. 740–743.
29. *Цандеков П. А.* Механизм влияния космофизических флуктуаций на состояние организма человека // *Самарский научный вестник*. 2014. Т. 4, № 9. С. 136–138.

30. Самсонов С. Н. Параметры космической погоды и состояние сердечно-сосудистой системы человека: групповые и популяционные эффекты // Биотропное воздействие космической погоды (по материалам российско-украинского мониторинга «Гелио-мед» 2003–2010). М.; Киев; СПб.: ВВМ, 2010. С. 69–90.
31. Обридко В. Н., Рагульская М. В., Хабарова О. В., Руденчик Е. А. Мониторинговые эксперименты ИЗМИРАН 1998–2010 гг. по изучению синхронизации биосферных процессов космогеофизическими факторами // Биотропное воздействие космической погоды (по материалам российско-украинского мониторинга «Гелио-мед» 2003–2010). М.; Киев; СПб.: ВВМ, 2010. С. 310–311.
32. Зенченко Т. А., Медведева А. А., Хорсева Н. И., Бреус Т. К. Синхронизация показателей сердечного ритма человека и вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот 0.5–3.0 мГц // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12, № 4. С. 73–84.
33. Копосова Т. С., Чикова С. Н., Чиков А. Е. Адаптивные возможности организма в период «Биологической тьмы» // Экология человека. 2007. Т. 1. С. 50–54.
34. Рагозин О. Н., Бочкарев М. В., Сметаненко Т. В. Динамика психоэмоциональных компонентов личности у жителей Севера при измененной функциональной активности эпифиза в условиях короткого светового дня // Психофармакология и биологическая наркологию. 2008. Т. 8. С. 65–66.
35. Владимирский Б. М., Темурияц Н. А., Мартынюк В. С. Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: Век 2. 2004.
36. Пудовкин М. Н., Распопов О. М., Клейменова Н. Г. Возмущения электромагнитного поля Земли. Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1975.
37. Бабаева М. И., Рогачева С. М., Вишневский В. В. Адаптация человека к гелиогеофизическим возмущениям на фоне отягчающих факторов // Экология человека. 2013. Т. 2. С. 35–39.
38. Агаджанян Н. А., Ораевский В. Н., Макарова И. И., Канониди Х. Д. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений. М.: Ин-т земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова, 2001. С. 47–50.
39. Боровкова Н. Ю., Токарева А. С., Савицкая Н. Н., Крисанова К. И., Курашин В. К., Одинцов Г. А. Современное состояние проблемы сердечно-сосудистых заболеваний в Нижегородском регионе: возможные пути снижения смертности // Российский кардиологический журнал. 2022. Т. 27, № 5. С. 5024.
40. Жиров И. В. Снижение сердечно-сосудистой смертности: как работают способы улучшения приверженности лечению в эпоху трансляционной медицины // Терапевтический архив. 2020. Т. 9. С. 49–52.
41. Агаджанян Н. А., Макарова И. И. Магнитное поле Земли и организм человека. Экология человека. 2005. Т. 9. С. 3–9.
42. Рахмонов Х. Э., Одинаев Ф. И., Эмомов С. Р. Влияние солнечной активности на динамику возникновения острого инфаркта миокарда и его осложнения // Вестник Авиценны. 2011. Т. 4. С. 118–122.
43. Кострюкова Н. К., Карпин В. А., Гудков А. Б. Некоторые патогенетические механизмы биотропных эффектов слабых физических полей // Экология человека. 2006. Т. 8. С. 52–57.
44. Аникин В. В., Александров С. С., Александров С. А. Ассоциативные аспекты внезапной коронарной смерти и солнечной активности // Вестник аритмологии. Приложение Б. 2006. С. 4–5.
45. Александров С. С., Александров С. А., Мелессе С. К. Клинико-этиологические формы острого инфаркта миокарда и их связь с активностью земного магнетизма // Верхневолжский медицинский журнал. 2005. Т. 56. С. 7–10.
46. Заварин В. В., Мелессе С. К., Калинин М. Н. Инфракрасный спектр крови и тканей при внезапной смерти от ишемической болезни сердца // Ежегодный сборник научно-практических работ «Совершенствование структуры и содержания научной и практической медицины». Тверь, 2005. С. 81–83.
47. Клейменова Н. Г. Влияние космической погоды на человека // Земля и Вселенная. 2013. Т. 6. С. 74–82.
48. Самсонов С. Н., Маныкина В. И., Скрябин Н. Г., Крымский Г. Ф., Петрова П. Г., Вишневский В. В., Григорьев П. Е., Подладчиков Т. Н., Рагульская М. В. Влияние геомагнитной возмущенности на состояние сердечно-сосудистой системы человека // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 1. С. 246–248.
49. Девизин Д. В., Севостьянова Е. В., Трофимов А. В., Хаснулин В. И. Особенности реагирования организма больных с артериальной гипертензией при антропомагнитных воздействиях // Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека. Новосибирск: [б. и.], 2002. С. 70–71.

50. Рагульская М. В., Чибисов С. М. Космическая погода: основные факторы, эффекты и особенности воздействия на землю // *Здоровье и образование в XXI веке*. 2008. Т. 10, № 3. С. 475–476.
51. Трофимов А. В., Девицин Д. В. О возможной биологической значимости протонной компоненты космических лучей // *Вестник Международного НИИ космопланетарной антропоэкологии им. акад. В. П. Казначеева*. 2003. Т. 10. С. 56–62.
52. Вишневский В. В., Рагульская М. В., Самсонов С. Н. Телекоммуникационные технологии в выявлении закономерностей функционирования живых систем // *Технологии живых систем*. 2007. Т. 4. С. 55–62.
53. Вишневский В. В., Файнзильберг Л. С., Рагульская М. В. Влияние солнечной активности на морфологические параметры ЭКГ сердца здорового человека // *Биомедицинские технологии и радиоэлектроника*. 2003. Т. 3. С. 3–11.
54. Рагульская М. В., Вишневский В. В., Григорьев П. Е., Самсонов С. Н., Хабарова О. В. Географические особенности влияния космофизических и погодных факторов на организм человека // *Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология*. 2008. Т. 21, № 2. С. 296–302.
55. Clutton-Brock T. H., Albon S. D., Guinness F. E. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals // *Nature*. 1985. Vol. 313. P. 131–133.
56. Botoeva N. Change of Nonlinear Heart Rate Variability Indices in Different Seasons // *Journal of Earth Science and Engineering*. 2012. Vol. 2, no. 10. P. 576–583.
57. Ботоева Н. К. Информационно-энтропийный анализ в оценке влияния метеофакторов на больных гипертонической болезнью // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2010. Т. 12. С. 34–35.
58. Vencloviene J., Radisauskas R., Vaiciulis V., Kiznys D., Bernotiene G., Kranciukaite-Butylkiniene D., Tamosiunas A. Associations between Quasi-biennial Oscillation phase, solar wind, geomagnetic activity, and the incidence of acute myocardial infarction // *Int. J. Biometeorol.* 2020. Vol. 64, no. 7. P. 1207–1220.
59. Ботоева Н. К., Гोनоблева Т. Н. Применение показателей нелинейной динамик и вариабельности сердечного ритма в оценке сезонных различий состояния вегетативной регуляции // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. Т. 6. С. 11.
60. Мартиросян В. В., Долгушева Ю. А. Вероятностный анализ влияния экзогенных факторов риска на частоту возникновения геморрагического инсульта в периоды высокой и низкой солнечной активности // *Журнал фундаментальной медицины и биологии*. 2016. Т. 1. С. 52–59.
61. Кадырмаева Д. Р. Влияние антропогенных факторов среды обитания на возникновение острых нарушений мозгового кровообращения у населения промышленного города // *Гигиена и санитария*. 2002. Т. 5. С. 29–31.
62. Садовников В. Н., Щербакова В. В. Дифференциальная реакция интрамурального сосудистого русла миокарда на геомагнитную активность // *Российские морфологические ведомости*. 2001. Т. 12. С. 79–81.
63. Бирюкова О. В., Щербакова В. В. Изменение параметров электрокардиограммы собак под влиянием гелиометеорологических факторов // *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Серия Биология*. 2008. Т. 4. С. 102–106.
64. Щербакова В. В., Садовников В. Н. Влияние гелиометеорологических факторов на гистоструктуру миокарда // *Морфология*. 2009. Т. 136, № 4. С. 159.
65. Zilli Vieira C. L., Link M. S., Garshick E., Peralta A. A., Luttmann-Gibson H., Laden F., Liu M., Gold D. R., Koutrakis P. Solar and geomagnetic activity enhance the effects of air pollutants on atrial fibrillation // *Europace*. 2022. Vol. 24, no. 5. P. 713–720.
66. Михайлис А. А., Микуляк Н. И., Вершинина О. Д. Влияние вспышечной активности Солнца и геомагнитных бурь на цикличность проявления церебральных и коронарных сосудистых катастроф // *Известия вузов. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2019. Т. 2, № 50. С. 152–163.
67. Карпин В. А., Гудков А. Б., Усынин А. Ф., Столяров В. В. Анализ влияния гелиогеомагнитных аномалий на жителей северной урбанизированной территории // *Экология человека*. 2018. Т. 11. С. 10–15.
68. Родкин М. В., Харин Е. П. О статистической взаимосвязи солнечной активности и социальных процессов // *Геофизические процессы и биосфера*. 2013. Т. 12, № 3. С. 19–22.
69. Коротяев А. В., Билюга С. Э., Малков С. Ю., Осипов Д. А. О солнечной активности, как возможном факторе социально-политической дестабилизации // *История и современность*. 2016. Т. 2. С. 180–209.

70. Григорьев П. Е., Владимирский Б. М. Эффекты космической погоды в террористической активности // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2007. Т. 1, № 59. С. 28–46.
71. Чибрикин В. М., Самовичев Е. Г., Кашинская И. В., Удальцова Н. В. Динамика социальных процессов и геомагнитная активность. Периодическая составляющая вариаций числа зарегистрированных преступлений в Москве // Биофизика. 1995. Т. 40, № 5. С. 1050–1053.
72. Самохвалов В. П. Эффекты космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической экологии. 1989. Т. 65. С. 65–80.
73. Черноус С. А., Ролдугин В. К., Ронкко А., Виноградов А. Н. Риск суицидов и гелиогеофизическая обстановка // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. 2002. Т. 3. С. 594–596.
74. Авдонина Е. Н., Самовичев Е. Г. Некоторые гелиогеофизические характеристики серий особо опасных преступлений // Биофизика. 1995. Т. 40, № 5. С. 1060–1063.
75. Tupy I., Tesarova O. Suicide and geomagnetic activity // Soud Lek. 1991. Vol. 36, no. 1–2. P. 1–11.
76. Григорьев П. Е., Розанов В. А., Любарский А. В., Вайсерман А. М. Связь суицидального поведения с гелиогеофизическими факторами // Архив психиатрии. 2005. Т. 4, № 43. С. 20–25.
77. Рудавина Л. В. Использование гелиогеофизических данных для повышения эффективности лечения больных шизофренией // Шизофрения: новые подходы к терапии: сб. науч. работ Украинского НИИ клинич. и эксперимент. неврологии и психиатрии и Харьковск. город. клинич. психиатр. больницы № 15 (Сабуровой дачи). Т. 2. Харьков: [б. и.], 1995. С. 96–98.
78. Чижевский А. Л. Физические факторы исторического процесса. Калуга: 1-я Гостиполитография, 1924.
79. Святский Д. О. О некотором соотношении солнечной деятельности и народных восстаний // Известия русского общества любителей миропведения. 1917. Т. 6, № 6. С. 310–312.
80. Ertel S. Space weather and revolutions // Studia Psychologica. 1996. Vol. 38, no. 1–2. P. 3–22.
81. Сокотушенко Н. В. Влияние солнечной активности на социально-политические явления // Энергетическая политика. 2013. Т. 1. С. 60–66.
82. Фролов В. А., Благоднаров М. Л., Чибисов С. М., Рагульская М. В. Влияние космической погоды на исторические процессы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2012. Т. 7. С. 207–209.
83. St-Pierre L. S., Persinger M. A., Koren S. A. Experimental Induction of Intermale Aggressive Behavior in Limbic Epileptic Rats by Weak, Complex Magnetic Fields: Implications for Geomagnetic Activity and the Modern Habitat? // International Journal of Neuroscience 1998. Vol. 96, no. 3–4. P. 149–159.
84. Persinger M. A. Wars and Increased Solar-geomagnetic Activity: Aggression or Change in Intraspecies Dominance? // Perceptual and Motor Skills. 1999. Vol. 88, no. 3. P. 1351–1355.
85. Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу — ноосферу (Гелиобиология от А. Л. Чижевского до наших дней). М.: Изд-во Междунар. незав. экол.-политолог. ун-та, 2000.
86. Dewey E. R. Economic and Sociological Phenomena related to Solar Activity and Influences // Cycles. 1968. Vol. 19, no. 9. P. 201–214.
87. Владимирский Б. М. «Физические факторы исторического процесса» А. Л. Чижевского — миф или реальность? К 120-летию со дня рождения ученого // Пространство и Время. 2017. Т. 2–4. С. 28–30.
88. Григорьев П. Е., Хорсева Н. И., Владимирский Б. М. Авиационные происшествия и космофизические факторы: ретроспективный анализ данных 1910–1940 гг. // Человек и среда обитания. 2016. Т. 3/4. С. 251–260.
89. Зенченко Т. А., Мерзлый А. М. Связь динамики авиационных событий с гелиофизическими процессами // Геофизические процессы и биосфера. 2008. Т. 7, № 2. С. 28–38.
90. Чижевский А. Л. Модификация нервной возбудимости под влиянием пертурбаций во внешней физико-химической среде // Русско-немецкий медицинский журнал. 1928. Т. 3. С. 431–452.
91. Владимирский Б. М., Конрадов А. А. Космическая погода и террористическая активность // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1/2. С. 165–169.
92. Хорсева Н. И. Возможность исследования психофизиологических показателей для оценки влияния космофизических факторов (обзор) // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12, № 2. С. 34–56.

93. Grigoryev P, Rozanov V, Vaiserman F, Vladimirovsky B. Heliogeophysical Factors as Possible Triggers of Suicide Terroristic Acts // Health. 2009. Vol. 1, no. 4. P.294–297.
94. Mikulecky M. Solar Activity, Revolutions and Cultural Prime in the History of Mankind // Neuroendocrinology Letters. 2007. Vol. 6, no. 28. P.749–756.
95. Серпов В. Ю., Степанова А. С., Храмов А. В. Динамика суицидов под влиянием космофизических факторов // Известия Самарского научного центра РАН. 2005. Т. 1. С. 167–169.
96. Серпов В. Ю., Степанова А. С., Храмов А. В., Черниченко И. И. Особенности динамики суицидов под влиянием космофизических факторов // Экология человека. 2006. № 6. С. 9–11.
97. Храмов А. В., Серпов В. Ю., Шумилова О. И., Степанова А. С. Динамика производственного травматизма в зоне Курской магнитной аномалии и действие космофизических факторов // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 3. С. 174–176.
98. Серпов В. Ю., Рудаков М. Л., Храмов А. В., Степанова А. С. Влияние природных и техногенных магнитных полей на динамику производственного травматизма в условиях мегаполиса // Известия Государственного электротехнического университета. Серия: Биотехнические системы в медицине и экологии. 2006. Т. 3. С. 54–60.
99. Лизунов Ю. В., Серпов В. Ю., Храмов А. В., Степанова А. С., Лобан И. Е. Влияние условий Крайнего Севера на уровень убийств при гелиогеофизических возмущениях // Экология человека. 2006. Т. 7. С. 9–14.
100. Серпов В. Ю., Горшков Э. С., Иванов В. В., Храмов А. В. К вопросу о чувствительности артериальной системы к влиянию космофизических факторов в районах с различной жесткостью питьевой воды // Экология человека. 2005. Т. 11. С. 25–27.
101. Никанов А. Н., Серпов В. Ю. Влияние жесткости питьевой воды на минеральный состав волос населения различных геохимических регионов // Вестник новых медицинских технологий. 2001. Т. 1. С. 34–35.
102. Горшков Э. С., Иванов В. В., Храмов А. В., Серпов В. Ю., Семенов Д. Г. О влиянии минерализации питьевой воды на чувствительность сердечно-сосудистой системы к космофизическим факторам // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1/2. С. 39–43.
103. Олейникова О. М., Карева Е. Н., Богомазова М. А., Авакян Г. Г., Лагутин Ю. В., Авакян Г. Н. Эпилепсия и гормон эпифиза: современное состояние проблемы. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2011. Т. 4. С. 22–27.
104. Олейникова О. М., Карева Е. Н., Авакян Г. Г., Богомазова М. А., Авакян Г. Н. Мелатонин и эпилепсия: анализ влияния геомагнитных факторов // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2015. Т. 7, № 4. С. 29–34.
105. Яценко М. В., Кайгородова Н. З. Умственная работоспособность и функциональное состояние головного мозга у студенток младших курсов при разных уровнях солнечной активности // Биосфера. 2018. Т. 10, № 1. С. 36–41.
106. Яценко М. В., Кайгородова Н. З. Влияние погодных условий на показатели умственной работоспособности и биоэлектрическую активность головного мозга студентов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. Т. 1. С. 31–36.

Статья поступила в редакцию 9 января 2024 г.;
рекомендована к печати 25 января 2024 г.

Контактная информация:

Носков Сергей Николаевич — канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; sergeinoskov@mail.ru
 Борисова Дарья Сергеевна — мл. науч. сотр., ассистент; vyucheskaya.ds@gmail.com
 Еремин Геннадий Борисович — канд. мед. наук; yeremin45@yandex.ru
 Исаев Даниил Сергеевич — мл. науч. сотр.; d.isaev@s-znc.ru
 Ковшов Александр Анатольевич — канд. мед. наук; a.kovshov@s-znc.ru;
 Мироненко Ольга Васильевна — д-р мед. наук, проф.; miroolga@yandex.ru
 Федорова Екатерина Андреевна — ассистент; katerina.fedo@gmail.com

The impact of space weather on human health. Analytical review

S. N. Noskov¹, D. S. Borisova¹, G. B. Yeregin¹, D. S. Isaev¹,
A. A. Kovshov^{1,2}, O. V. Mironenko², E. A. Fedorova²

¹ North-West Public Health Research Center,

4, 2-ya Sovetskaya ul., St. Petersburg, 191036, Russian Federation

² North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov,

41, ul. Kirochnaya, St. Petersburg, 191015, Russian Federation

For citation: Noskov S. N., Borisova D. S., Yeregin G. B., Isaev D. S., Kovshov A. A., Mironenko O. V., Fedorova E. A. The impact of space weather on human health. Analytical review. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*, 2024, vol. 19, issue 1, pp. 54–74. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2024.105> (In Russian)

The article analyzes the results of scientific research that studied the influence of changes in the heliogeomagnetic situation on the human body. Changes in the heliogeomagnetic environment affect almost all organs and systems. Most studies were devoted to assessing the impact of space weather on the cardiovascular system and the nervous system. There is scientific data on the impact of space weather on the respiratory system, digestion, reproductive system and on the course of the infectious process.

Keywords: space and earth weather, meteorological-helio-geophysical factors, cardiovascular system, central nervous system, meteopathic reactions, systematic review.

References

1. Vladimirkii B. M. To the 110th anniversary of the birth of A. L. Chizhevsky. A. L. Chizhevsky and the phenomenon of Russian cosmism. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2007, vol. 1, no. 59, pp. 3–7. (In Russian)
2. Khachikyan G. Ya., Pyatelina S. V., Voronina L. A., Morozova E. F., Isabekova Zh. K. On the possible connection of the weather in Kazakhstan with “space weather”. *Izvestiya natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya fiziko-matematicheskaya*, 2002, vol. 4, pp. 66–74. (In Russian)
3. Chizhevskii A. L. *Cosmic pulse of life: Earth in the arms of the Sun*. Moscow, Geliotaraxiia Publ., 1995. (In Russian)
4. Zherebtsova V. V., Landenok A. V. Heliobiology, its relevance and modern research. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavtiki*, 2010, vol. 6, pp. 396–397. (In Russian)
5. Feigin V. L., Parmar P. G., Barker-Collo S., Bennett D. A., Anderson C. S., Thrift A. G., Stegmayr B., Rothwell P. M., Giroud M., Bejot Y., Carvil P., Krishnamurthi R., Kasabov N. Geomagnetic storms can trigger stroke: Evidence from 6 large population-based studies in Europe and Australasia. *Journal of Stroke*, 2014, vol. 45, no. 6, pp. 1639–1645.
6. Bazhenov A. A., Averina A. S., Prikop M. V. Influence of heliogeophysical factors on human health. *Biulleten' Vostochno-Sibirskogo tsentra SO RAN*, 2014, vol. 6, no. 100, pp. 125–129. (In Russian)
7. Vladimirkii B. M., Temur'yants N. A. *Influence of solar activity on the biosphere-noosphere*. Moscow, Mezhdunarodnyi nezavisimiy ekologo-politologicheskii universitet Publ., 2000. (In Russian)
8. Anand K., Vieira C. L. Z., Garshick E., Wang V., Blomberg A., Gold D. R., Schwartz J., Vokonas P., Koutrakis P. Solar and geomagnetic activity reduces pulmonary function and enhances particulate pollution effects. *Science of the Total Environment*, 2022, vol. 838, no. 3, p. 156434.
9. Breus T. K., Rapoport S. I. *Magnetic storms: Biomedical and geophysical spectra*. Moscow, Sovetskii sport Publ., 2003. (In Russian)
10. Revich B. A. Heat waves as a risk factor for public health. *Pul'monologiya*, 2011, vol. 4, pp. 34–37. (In Russian)
11. Kostyuk A. S., Ushakova O. V., Tumanyants K. N. Influence of space weather on infectious morbidity in Sevastopol. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2013, vol. 4, no. 65, pp. 60–69. (In Russian)

12. Achkasova Yu. N., Bobova V. P., Bryzgunova N. I., Vladimirkii B. M. Sector structure of the interplanetary magnetic field and reproduction of bacteria in a laboratory experiment. *Solnechnye dannye*, 1978, vol. 1, pp. 99–102. (In Russian)
13. Frolov A. F., Orlyuk M. I., Zaporozhnaya V. I., Romanets A. A. The epidemic process of influenza and some factors of the biosphere of a physical nature. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Ukrainy*, 2009, vol. 1, pp. 172–176. (In Russian)
14. Kostryukova N. K., Karpin V. A., Gudkov A. B. Influence of heliogeophysical factors on the infectious process. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 2004, vol. 8, pp. 5–8. (In Russian)
15. Tyul'tyaeva L. A., Denisova T. P., Lipatova T. E., Shul'pina N. Yu. Heliogeomagnetic parameters and pathology of the digestive organs in patients of different ages. *Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal*, 2020, vol. 16, no. 1, pp. 181–185. (In Russian)
16. Shaposhnikov D. A., Revich B. A. On some approaches to calculating the risks of temperature waves for health. *Analiz riska zdorov'iu*, 2018, vol. 1, pp. 22–31. (In Russian)
17. Breus T. K., Bingi V. N., Petrukovich A. A. The magnetic factor of solar-terrestrial relations and its influence on humans: Physical problems and prospects. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 2016, vol. 5, no. 186, pp. 568–576. (In Russian)
18. Denisova T. P., Chernenkov Yu. V., Tyul'tyaeva L. A., Shul'dyakov V. A. *Mathematical gastroenterology*. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta Publ., 2013. (In Russian)
19. Bukalov A. V. Influence of solar activity on human life expectancy. Heliogeophysical imprinting. *Materials of the International seminar "Biological effects of solar activity"*, Pushchino-na-Oke, 2004, pp. 37–38. (In Russian)
20. Martirosyan V. V., Dolgusheva Yu. A. *Analysis of the influence of heliogeophysical and meteorological factors on strokes, taking into account the phases of the solar cycle*. Rostov-on-Don, AkademLit Publ., 2014. (In Russian)
21. Skjærvø G. R., Fosøy F., Røskaft E. Solar activity at birth predicted infant survival and women's fertility in historical Norway. *Proceedings of the Royal Society*, 2015, vol. B 282, no. 1801, pp. 20142032.
22. Bancroft B. A., Baker N. J., Blaustein A. R. Effects of UVB radiation on marine and freshwater organisms: A synthesis through meta-analysis. *Ecology Letters*, 2007, vol. 10, pp. 332–345.
23. Llabres M., Agusti S., Fernandez M., Canepa A., Maurin F., Vidal F., Duarte C. M. Impact of elevated UVB radiation on marine biota: a meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*, 2013, vol. 22, pp. 131–144.
24. Davis G. E., Lowell W. E. Peaks of solar cycles affect the gender ratio. *Med. Hypotheses*, 2008, vol. 71, pp. 829–838.
25. Diffey B. L. Solar ultraviolet radiation effects on biological systems. *Phys. Med. Biol.*, 1991, vol. 36, pp. 299–328.
26. Lucock M., Yates Z., Martin C., Choi J. H., Boyd L., Tang S., Naumovski N., Furst J., Roach P., Jablonski N., Chaplin G., Veysey M. Vitamin D, folate, and potential early lifecycle environmental origin of significant adult phenotypes. *Evol. Med. Pub. Health*, 2014, vol. 1, pp. 69–91.
27. Vasilevskaya S. E., Golovina E. G., Karelin A. O., Stupishina O. M. Influence of solar activity (K P 10.7) on the effectiveness of in vitro fertilization. *Pogoda i biosistema: materialy mezhdunarodnoi konferentsii*. St. Petersburg, Asterion Publ., 2006. (In Russian)
28. Verzilina I. N., Churnosov M. I. Analysis of the prevalence of congenital malformations among newborns in Belgorod. *Aktual'nye voprosy nauchno-prakticheskoi meditsiny*, 2002, vol. 6, pp. 740–743. (In Russian)
29. Tsandekov P. A. The mechanism of the influence of cosmophysical fluctuations on the state of the human body. *Samarskii nauchnyi vestnik*, 2014, vol. 4, no. 9, pp. 136–138. (In Russian)
30. Samsonov S. N. Space weather parameters and the state of the human cardiovascular system: group and population effects. *Biotropnoe vozdeistvie kosmicheskoi pogody (po materialam rossiisko-ukrainskogo monitoringa "Gelio-med" 2003–2010)*. Moscow; Kiev; St. Petersburg, VVM Publ., 2010, pp. 69–90. (In Russian)
31. Obridko V. N., Ragul'skaya M. V., Khabarova O. V., Rudenchik E. A. Monitoring experiments IZMIRAN 1998–2010 on the study of the synchronization of biospheric processes by cosmic geophysical factors. *Biotropnoe vozdeistvie kosmicheskoi pogody (po materialam rossiisko-ukrainskogo monitoringa "Gelio-med" 2003–2010)*. Moscow; Kiev; St. Petersburg, VVM Publ., 2010, pp. 310–311. (In Russian)

32. Zenchenko T. A., Medvedeva A. A., Khorseva N. I., Breus T. K. Synchronization of human heart rate and geomagnetic field variations in the frequency range of 0.5–3.0 MHz. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2013, vol. 12, no. 4, pp. 73–84. (In Russian)
33. Koposova T. S., Chikova S. N., Chikov A. E. Adaptive capabilities of the body during the period of “biological darkness”. *Ekologiya cheloveka*, 2007, vol. 1, pp. 50–54. (In Russian)
34. Ragozin O. N., Bochkarev M. V., Smetanenkov T. V. Dynamics of psycho-emotional components of the personality of the inhabitants of the North with altered functional activity of the pineal gland in conditions of short daylight hours. *Psikhofarmakologiya i biologicheskaya narkologiya*, 2008, vol. 8, pp. 65–66. (In Russian)
35. Vladimirov B. M., Temur'yants N. A., Martynyuk V. S. *Space weather and our life*. Fryazino, Vek 2 Publ., 2004. (In Russian)
36. Pudovkin M. N., Raspopov O. M., Kleimenova N. G. *Disturbances of the Earth's electromagnetic field*. Leningrad, Izdatel'stvo Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta Publ., 1975. (In Russian)
37. Babaeva M. I., Rogacheva S. M., Vishnevskii V. V. Human adaptation to heliogeophysical disturbances against the background of aggravating factors. *Ekologiya cheloveka*, 2013, vol. 2, pp. 35–39. (In Russian)
38. Agadzhanyan N. A., Oraevskii V. N., Makarova I. I., Kanonidi Kh. D. *Medico-biological effects of geomagnetic disturbances*. Moscow, Institut zemnogo magnetizma, ionosfery i rasprostraneniya radiovoln imeni N. V. Pushkova RAN Publ., 2001, pp. 47–50. (In Russian)
39. Borovkova N. Yu., Tokareva A. S., Savitskaya N. N., Krisanova K. I., Kurashin V. K., Odintsov G. A. The current state of the problem of cardiovascular diseases in the Nizhny Novgorod region: possible ways to reduce mortality. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2022, vol. 27, no. 5, p. 5024. (In Russian)
40. Zhironov I. V. Reducing cardiovascular mortality: how ways to improve treatment adherence work in the era of translational medicine. *Terapevticheskii arkhiv*, 2020, vol. 9, pp. 49–52. (In Russian)
41. Agadzhanyan N. A., Makarova I. I. The Earth's magnetic field and the human body. *Ekologiya cheloveka*, 2005, vol. 9, pp. 3–9. (In Russian)
42. Rakhmonov Kh. E., Odinaev F. I., Emomov S. R. Influence of solar activity on the dynamics of acute myocardial infarction and its complications. *Vestnik Avitsenny*, 2011, vol. 4, pp. 118–122. (In Russian)
43. Kostriukova N. K., Karpin V. A., Gudkov A. B. Some pathogenetic mechanisms of biotropic effects of weak physical fields. *Ekologiya cheloveka*, 2006, vol. 8, pp. 52–57. (In Russian)
44. Anikin V. V., Aleksandrov S. S., Aleksandrov S. A. Associative aspects of sudden coronary death and solar activity. *Vestnik aritmologii. Prilozhenie B*, 2006, pp. 4–5. (In Russian)
45. Aleksandrov S. S., Aleksandrov S. A., Melesse S. K. Clinical and etiological forms of acute myocardial infarction and their connection with the activity of terrestrial magnetism. *Verkhnevolzhskii meditsinskii zhurnal*, 2005, vol. 56, pp. 7–10. (In Russian)
46. Zavarin V. V., Melesse S. K., Kalinkin M. N. Infrared spectrum of blood and tissues in sudden death from coronary heart disease. *Ezhegodnyi sbornik nauchno-prakticheskikh rabot “Sovershenstvovanie struktury i soderzhanii nauchnoi i prakticheskoi meditsiny”*. Tver, 2005, pp. 81–83. (In Russian)
47. Kleimenova N. G. The impact of space weather on humans. *Zemlia i Vselennaya*, 2013, vol. 6, pp. 74–82. (In Russian)
48. Samsonov S. N., Manykina V. I., Skryabin N. G., Krymsky G. F., Petrova P. G., Vishnevskiy V. V., Grigoriev P. E., Podladchikova T. N., Ragul'skaya M. V. Influence of geomagnetic disturbance on the state of the human cardiovascular system. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 2009, vol. 16, no. 1, pp. 246–248. (In Russian)
49. Devitsin D. V., Sevost'yanova E. V., Trofimov A. V., Khasnulin V. I. Features of the response of the organism of patients with arterial hypertension under anthropomagnetic influences. *Vlianiye zagriazneniya okruzhaiushchei sredy na zdorov'e cheloveka*. Novosibirsk, [s. n.], 2002, pp. 70–71. (In Russian)
50. Ragul'skaya M. V., Chibisov S. M. Space weather: main factors, effects and features of the impact on the earth. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2008, vol. 10, no. 3, pp. 475–476. (In Russian)
51. Trofimov A. V., Devitsin D. V. On the possible biological significance of the proton component of cosmic rays. *Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kosmoplanetarnoi antropologii imeni akademika V. P. Kaznacheeva*, 2003, vol. 10, pp. 56–62. (In Russian)
52. Vishnevskii V. V., Ragul'skaya M. V., Samsonov S. N. Telecommunication technologies in revealing patterns of functioning of living systems. *Tekhnologii zhivyykh sistem*, 2007, vol. 4, pp. 55–62. (In Russian)
53. Vishnevskii V. V., Fainzil'berg L. S., Ragul'skaya M. V. Influence of solar activity on the morphological parameters of the ECG heart of a healthy person. *Biomeditsinskie tekhnologii i radioelektronika*, 2003, vol. 3, pp. 3–11. (In Russian)

54. Ragul'skaya M. V., Vishnevskii V. V., Grigor'ev P. E., Samsonov S. N., Khabarova O. V. Geographic features of the influence of cosmophysical and weather factors on the human body. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiia. Geologiya*, 2008, vol. 21, no. 2, pp. 296–302. (In Russian)
55. Clutton-Brock T. H., Albon S. D., Guinness F. E. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature*, 1985, vol. 313, pp. 131–133.
56. Botoeva N. Change of Nonlinear Heart Rate Variability Indices in Different Seasons. *Journal of Earth Science and Engineering*, 2012, vol. 2, no. 10, pp. 576–583.
57. Botoeva N. K. Information-entropy analysis in assessing the influence of meteorological factors on patients with essential hypertension. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2010, vol. 12, pp. 34–35. (In Russian)
58. Vencloviene J., Radisauskas R., Vaiculis V., Kiznys D., Bernotiene G., Kranciukaite-Butylkiniene D., Tamosiunas A. Associations between Quasi-biennial Oscillation phase, solar wind, geomagnetic activity, and the incidence of acute myocardial infarction. *Int. J. Biometeorol*, 2020, vol. 64, no. 7, pp. 1207–1220.
59. Botoeva N. K., Gonobobleva T. N. Application of indicators of nonlinear dynamics and heart rate variability in assessing seasonal differences in the state of autonomic regulation. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, vol. 6, p. 11. (In Russian)
60. Martirosyan V. V., Dolgusheva Yu. A. Probabilistic analysis of the influence of exogenous risk factors on the incidence of hemorrhagic stroke during periods of high and low solar activity. *Zhurnal fundamental'noi meditsiny i biologii*, 2016, vol. 1, pp. 52–59. (In Russian)
61. Kadyrmaeva D. R. Influence of anthropogenic environmental factors on the occurrence of acute disorders of cerebral circulation in the population of an industrial city. *Gigiena i sanitariya*, 2002, vol. 5, pp. 29–31. (In Russian)
62. Sadovnikov V. N., Shcherbakova V. V. Differential response of the intramural vascular bed of the myocardium to geomagnetic activity. *Rossiiskie morfologicheskie vedomosti*, 2001, vol. 12, pp. 79–81. (In Russian)
63. Biryukova O. V., Shcherbakova V. V. Changes in the parameters of the electrocardiogram of dogs under the influence of heliometeorological factors. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta imeni N. I. Lobachevskogo. Seriya: Biologiya*, 2008, vol. 4, pp. 102–106. (In Russian)
64. Shcherbakova V. V., Sadovnikov V. N. Influence of heliometeorological factors on myocardial histology. *Morfologiya*, 2009, vol. 136, no. 4, pp. 159. (In Russian)
65. Zilli Vieira C. L., Link M. S., Garshick E., Peralta A. A., Luttmann-Gibson H., Laden F., Liu M., Gold D. R., Koutrakis P. Solar and geomagnetic activity enhance the effects of air pollutants on atrial fibrillation. *Europace*, 2022, vol. 24, no. 5, pp. 713–720.
66. Mikhailis A. A., Mikulyak N. I., Vershinina O. D. Influence of solar flare activity and geomagnetic storms on the cyclical manifestation of cerebral and coronary vascular accidents. *Izvestiya vuzov. Povolzhskii raion. Meditsinskie nauki*, 2019, vol. 2, no. 50, pp. 152–163. (In Russian)
67. Karpin V. A., Gudkov A. B., Usynin A. F., Stolyarov V. V. Analysis of the influence of heliogeomagnetic anomalies on the inhabitants of the northern urbanized territory. *Ekologiya cheloveka*, 2018, vol. 11, pp. 10–15. (In Russian)
68. Rodkin M. V., Kharin E. P. On the statistical relationship between solar activity and social processes. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2013, vol. 12, no. 3, pp. 19–22. (In Russian)
69. Korotaev A. V., Bilyuga S. E., Malkov S. Yu., Osipov D. A. On solar activity as a possible factor in socio-political destabilization. *Istoriya i sovremennost'*, 2016, vol. 2, pp. 180–209. (In Russian)
70. Grigor'ev P. E., Vladimirskii B. M. Effects of space weather on terrorist activity. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2007, vol. 1, no. 59, pp. 28–46. (In Russian)
71. Chibrikov V. M., Samovichev E. G., Kashinskaya I. V., Udaltsova N. V. Dynamics of social processes and geomagnetic activity. Periodic component of variations in the number of registered crimes in Moscow. *Biofizika*, 1995, vol. 40, no. 5, pp. 1050–1053. (In Russian)
72. Samokhvalov V. P. Effects of cosmophysical fluctuations in mental illness. *Problemy kosmicheskoi ekologii*, 1989, vol. 65, pp. 65–80. (In Russian)
73. Chernous S. A., Roldugin V. K., Ronkko A., Vinogradov A. N. Suicide risk and heliogeophysical environment. *Atlas vremennykh variatsii prirodnykh, antropogennykh i sotsial'nykh protsessov*, 2002, vol. 3, pp. 594–596. (In Russian)

74. Avdonina E. N., Samovichev E. G. Some heliogeophysical characteristics of a series of especially dangerous crimes. *Biofizika*, 1995, vol. 40, no. 5, pp. 1060–1063. (In Russian)
75. Tunyi I., Tesarova O. Suicide and geomagnetic activity. *Soud Lek.*, 1991, vol. 36, no. 1–2, pp. 1–11.
76. Grigor'ev P. E., Rozanov V. A., Lyubarskii A. V., Vaiserman A. M. Connection of suicidal behavior with heliogeophysical factors. *Arkhiv psikiatrii*, 2005, vol. 4, no. 43, pp. 20–25. (In Russian)
77. Rudavina L. V. Use of heliogeophysical data to increase the effectiveness of treatment of patients with schizophrenia. *Shizofreniia: novye podkhody k terapii: sbornik nauchnykh rabot Ukrainskogo NII klinicheskoi i eksperimental'noi nevrologii i psikiatrii i Khar'kovskoi gorodskoi klinicheskoi bol'nitsy no. 15 (Saburovoi dachi)*. Vol. 2. Kharkiv, [s. n.], 1995, pp. 96–98. (In Russian)
78. Chizhevskii A. L. *Physical factors of the historical process*. Kaluga, 1-ia Gostipolitografia Publ., 1924. (In Russian)
79. Svyatskii D. O. About a certain relationship between solar activity and popular uprisings. *Izvestiia Russkogo obshchestva liubiteli mirovedeniia*, 1917, vol. 6, no. 6, pp. 310–312. (In Russian)
80. Ertel S. Space weather and revolutions. *Studia Psychologica*, 1996, vol. 38, no. 1–2, pp. 3–22.
81. Sokotushenko N. V. Influence of solar activity on socio-political phenomena. *Energeticheskaia politika*, 2013, vol. 1, pp. 60–66. (In Russian)
82. Frolov V. A., Blagonravov M. L., Chibisov S. M., Ragul'skaya M. V. Influence of space weather on historical processes. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina*, 2012, vol. 7, pp. 207–209. (In Russian)
83. St-Pierre L. S., Persinger M. A., Koren S. A. Experimental Induction of Intermale Aggressive Behavior in Limbic Epileptic Rats by Weak, Complex Magnetic Fields: Implications for Geomagnetic Activity and the Modern Habitat? *International Journal of Neuroscience*, 1998, vol. 96, no. 3–4, pp. 149–159.
84. Persinger M. A. Wars and Increased Solar-geomagnetic Activity: Aggression or Change in Intraspecies Dominance? *Perceptual and Motor Skills*, 1999, vol. 88, no. 3, pp. 1351–1355.
85. Vladimirkii B. M., Temur'yants N. A. *The influence of solar activity on the biosphere — the noosphere (Heliobiology from A. L. Chizhevsky to the present day)*. Moscow, Izdatel'stvo Mezhdunarodnogo nezavisimogo ekologo-politologicheskogo universiteta Publ., 2000. (In Russian)
86. Dewey E. R. Economic and Sociological Phenomena related to Solar Activity and Influences. *Cycles*, 1968, vol. 19, no. 9, pp. 201–214.
87. Vladimirkii B. M. “Physical factors of the historical process” by A. L. Chizhevsky — myth or reality? To the 120th anniversary of the birth of the scientist. *Prostranstvo i Vremia*, 2017, no. 2–4, pp. 28–30. (In Russian)
88. Grigor'ev P. E., Khorseva N. I., Vladimirkii B. M. Aviation Accidents and Cosmophysical Factors: A Retrospective Analysis of 1910–1940 Data. *Chelovek i sreda obitaniia*, 2016, no. 3/4, pp. 251–260. (In Russian)
89. Zenchenko T. A., Merzlyi A. M. Communication of the dynamics of aviation events with heliophysical processes. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2008, vol. 7, no. 2, pp. 28–38. (In Russian)
90. Chizhevskii A. L. Modification of nervous excitability under the influence of perturbations in the external physical and chemical environment. *Russko-nemetskii meditsinskii zhurnal*, 1928, vol. 3, pp. 431–452. (In Russian)
91. Vladimirkii B. M., Konradov A. A. Space weather and terrorist activity. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2005, vol. 4, no. 1/2, pp. 165–169. (In Russian)
92. Khorseva N. I. The possibility of studying psychophysiological indicators to assess the influence of cosmophysical factors (review). *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 34–56. (In Russian)
93. Grigoryev P., Rozanov V., Vaiserman F., Vladimirkii B. Heliogeophysical Factors as Possible Triggers of Suicide Terroristic Acts. *Health*, 2009, vol. 1, no. 4, pp. 294–297.
94. Mikulecky M. Solar Activity, Revolutions and Cultural Prime in the History of Mankind. *Neuroendocrinology Letters*, 2007, vol. 6, no. 28, pp. 749–756.
95. Serpov V. Yu., Stepanova A. S., Khramov A. V. Dynamics of suicides under the influence of cosmophysical factors. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2005, vol. 1, pp. 167–169. (In Russian)
96. Serpov V. Yu., Stepanova A. S., Khramov A. V., Chernichenko I. I. Features of the dynamics of suicides under the influence of cosmophysical factors. *Ekologiia cheloveka*, 2006, no. 6, pp. 9–11. (In Russian)
97. Khramov A. V., Serpov V. Yu., Shumilov O. I., Stepanova A. S. Dynamics of occupational injuries in the zone of the Kursk magnetic anomaly and the effect of cosmophysical factors. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 2006, vol. 3, pp. 174–176. (In Russian)

98. Serpov V. Yu., Rudakov M. L., Khramov A. V., Stepanova A. S. Influence of natural and technogenic magnetic fields on the dynamics of occupational injuries in a metropolis. *Izvestiia Gosudarstvennogo elektrotekhnicheskogo universiteta. Serii: Biotekhnicheskie sistemy v meditsine i ekologii*, 2006, vol. 3, pp. 54–60. (In Russian)
99. Lizunov Yu. V., Serpov V. Yu., Khramov A. V., Stepanova A. S., Loban I. E. Influence of conditions of the Far North on the level of murders during heliogeophysical disturbances. *Ekologiya cheloveka*, 2006, vol. 7, pp. 9–14. (In Russian)
100. Serpov V. Yu., Gorshkov E. S., Ivanov V. V., Khramov A. V. On the question of the sensitivity of the arterial system to the influence of cosmophysical factors in areas with different hardness of drinking water. *Ekologiya cheloveka*, 2005, vol. 11, pp. 25–27. (In Russian)
101. Nikanov A. N., Serpov V. Yu. Influence of hardness of drinking water on the mineral composition of hair in the population of different geochemical regions. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 2001, vol. 1, pp. 34–35. (In Russian)
102. Gorshkov E. S., Ivanov V. V., Khramov A. V., Serpov V. Yu., Semenov D. G. On the influence of mineralization of drinking water on the sensitivity of the cardiovascular system to cosmophysical factors. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2005, vol. 4, no. 1/2, pp. 39–43. (In Russian)
103. Oleinikova O. M., Kareva E. N., Bogomazova M. A., Avakyan G. G., Lagutin Yu. V., Avakyan G. N. Epilepsy and the hormone of the pineal gland: The current state of the problem. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoiianiia*, 2011, vol. 4, pp. 22–27. (In Russian)
104. Oleinikova O. M., Kareva E. N., Avakyan G. G., Bogomazova M. A., Avakyan G. N. Melatonin and epilepsy: analysis of the influence of geomagnetic factors. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoiianiia*, 2015, vol. 7, no. 4, pp. 29–34. (In Russian)
105. Yatsenko M. V., Kaigorodova N. Z. Mental performance and functional state of the brain in female students of junior courses at different levels of solar activity. *Biosfera*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 36–41. (In Russian)
106. Yatsenko M. V., Kaigorodova N. Z. Influence of weather conditions on indicators of mental performance and bioelectrical activity of the brain of students. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serii: Biologicheskie, tekhnicheskie nauki i nauki o Zemle*, 2017, vol. 1, pp. 31–36. (In Russian)

Received: January 9, 2024

Accepted: January 25, 2024

Authors' information:

Sergei N. Noskov — PhD in Medicine, Senior Researcher; sergeinoskov@mail.ru

Daria S. Borisova — Junior Researcher, Assistant; vyucheyskaya.ds@gmail.com

Gennadiy B. Yeregin — PhD in Medicine; yeregin45@yandex.ru

Daniel S. Isaev — Junior Researcher; d.isaev@s-znc.ru

Aleksandr A. Kovshov — PhD in Medicine; a.kovshov@s-znc.ru

Olga V. Mironenko — MD, Professor; miroolga@yandex.ru

Ekaterina A. Fedorova — Assistant; katerina.fedo@gmail.com