
Оригинальная статья

Влияние космической погоды на сердечно-сосудистую систему людей здоровых и с ослабленными адаптационными возможностями

Самсонов С.Н., Манькина В.И., Паршина С.С.

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Россия
ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России

Поступила в редакцию 18 апреля 2016 г., Принята в печать 13 мая 2016 г.

© 2016, Самсонов С.Н., Манькина В.И., Паршина С.С.
© 2016, Психосоматические и интегративные исследования

Резюме:

Термин «космическая погода» характеризует состояние околоземного космического пространства. Организм человека представляет собой открытую систему, поэтому изменение условий во внешней среде, в том числе и околоземном космическом пространстве, оказывает влияние на его самочувствие. С целью выявления реального воздействия космической погоды на здоровье человека проводится международный российско-украинский эксперимент «Гелиомед». Анализ экспериментального материала позволил показать синхронность и глобальность такого влияния (одновременное проявление параметров космической погоды в состоянии сердечно-сосудистой системы групп добровольцев, удаленных друг от друга на расстояние свыше 6000 км). Реакция сердечно-сосудистой системы добровольцев на изменения параметров космической погоды наблюдались даже при незначительных величинах возмущенности геомагнитного поля Земли. Но даже при очень значительных возмущениях параметров космической погоды здоровый человек не испытывал болезненных симптомов, хотя измерения объективных физиологических показателей демонстрировали их изменения. В то же время состояние здоровья людей с ослабленной адаптационной системой (больных с сердечно-сосудистой патологией) при таких же условиях может значительно ухудшиться вплоть до летального исхода. В представленной работе рассматриваются как реакция здорового организма, так и организма с ослабленными адаптационными возможностями на изменение параметров космической погоды.

Ключевые слова: космическая погода, сердечно-сосудистые заболевания, проект Гелиомед.

Библиографическая ссылка: Самсонов С.Н., Манькина В.И., Паршина С.С. Влияние космической погоды на сердечно-сосудистую систему людей здоровых и с ослабленными адаптационными возможностями. Психосоматические и интегративные исследования 2016; 2: 0102.

Original article

Space weather influence on cardiovascular system of healthy people and people with weakened adaptive capability

Samsonov S.N., Manykina V.I., Parshina S.S.

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, SB RAS
SFEI of Higher Professional Education Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Ministry of Health of the Russian Federation

Received on 18 April 2016, Accepted on 13 May 2016

© 2016, Samsonov S.N., Manykina V.I., Parshina S.S.
© 2016, Psychosomatic and Integrative Research

Summary:

The term “space weather” defines the near-Earth environment conditions. A human body is an open system, that is why modification of external medium conditions, including the near-Earth environment, has influence upon its state of health. For the purpose of revealing the real space weather effect on the human’s health, there is an international Russian-Ukrainian experiment “HelioMed” launched. The analysis of the experimental material enabled us to show synchronism and globality of the influence (simultaneous performance of space

weather parameters at the state of cardiovascular system in groups of subjects separated by distance of 6,000 km). The response of the cardiovascular system of the subjects on changes in space weather was documented even at slight values of the Earth magnetic field. But even at significant disturbances of the space weather parameters, a healthy person had not any painful symptoms, although, objective physiological parameters of this person displayed changes. At the same time, the health of the people with weakened adaptive abilities (patients with cardiovascular pathology), in the same conditions, may get worse up to heart attack or apoplectic attack. In the presented study the response of a healthy organism is studied, as well as of an organism with weakened adaptive abilities on the space weather changes.

Keywords: space weather, cardiovascular diseases, the HeliMed project.

Cite as Samsonov S.N., Manykina V.I., Parshina S.S. Space weather influence on cardiovascular system of healthy people and people with weakened adaptive capability. Psychosomatic and Integrative Research 2016; 2: 0102.

Введение

В конце 20 века после начала полетов космических аппаратов, измеряющих параметры потоков частиц, электромагнитных полей и излучений, появилось понимание того, что представляет собой околоземное космическое пространство и каким образом поля, частицы и излучения могут достигать той или иной области околоземного космического пространства и оказывать влияние на жизнь на Земле. А в начале нашего века появился термин «космическая погода», характеризующий состояние околоземного космического пространства. Основное влияние на состояние околоземного космического пространства оказывает Солнце. Поэтому выявление механизмов связи между активностью Солнца и функционированием различных объектов биосферы, включая человека, является одной из фундаментальных проблем современной науки.

Организм человека представляет собой открытую систему, поэтому изменение условий во внешней среде оказывает влияние на его жизнедеятельность. Сердечно-сосудистая система (ССС) одна из первых включается в процесс адаптации к изменяющимся внешним условиям. Помимо явно влияющих факторов внешней среды, таких как метеорологические и социальные, было обнаружено, что не регистрируемые чувствами человека электрические и магнитные поля, электромагнитные излучения могут оказывать влияние на его самочувствие. Поэтому целью настоящей работы было изучение влияния параметров космической погоды на состояние ССС человека с различными вариантами адаптации (нормальным и ослабленным).

Влияние параметров космической погоды на состояние сердечно-сосудистой системы у лиц с нормальным вариантом адаптации

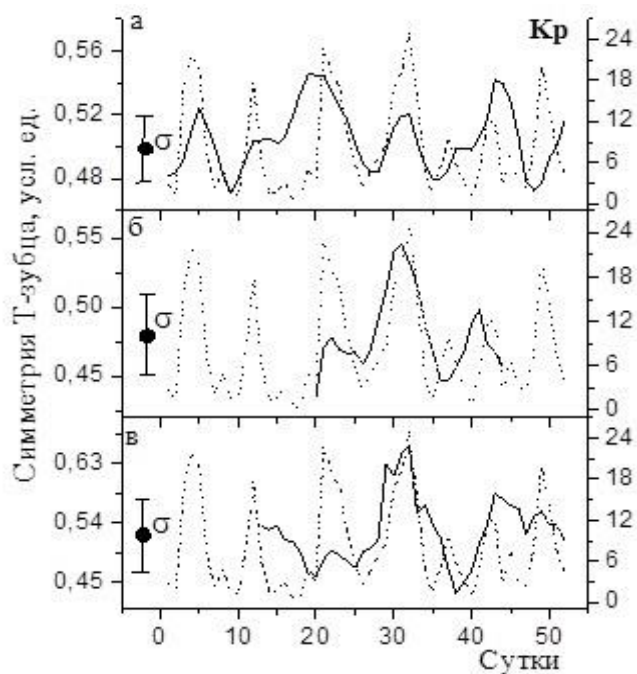


Рис.1. Временные вариации КСТ (сплошная линия) и Kp-индекса геомагнитной возмущенности (штриховая линия) в: а) Якутске, б) Киеве, в) Симферополе. σ-ср. кв. отклонение

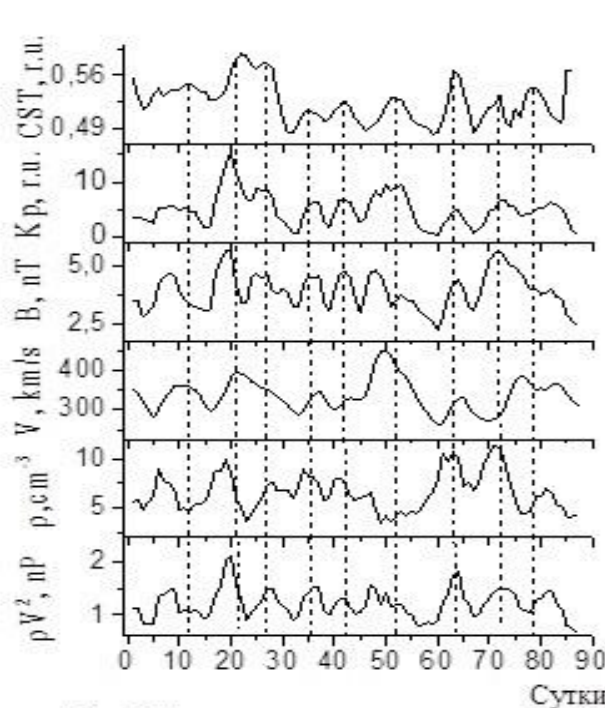


Рис.2. Изменения состояния сердечно-сосудистой системы групп добровольцев в Якутске и параметров космической погоды (5 октября-30 декабря 2009 г.)

Эксперимент проводился одновременно в 3 пунктах наблюдения: Якутск (Россия), Киев (Украина) и Симферополь (Украина) на одном и том же оборудовании (датчик Фазаграф) по единому протоколу исследования на группе добровольцев, набираемых в каждом пункте наблюдения в течение ноября-декабря 2008 г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по такому показателю ЭКГ, как коэффициент симметрии Т-зубца (КСТ). Более подробно об использовании симметрии Т-зубца для оценки состояния ССС человека и о работе комплекса Фазаграф можно ознакомиться в работах [1, 2]. Таким образом, на каждого пациента был получен индивидуальный ряд данных за весь период эксперимента. Сравнение временных вариаций КСТ каждого испытуемого с временными вариациями индекса геомагнитной возмущенности показало совпадение этих показателей у части испытуемых. Показано, что у 47,6% испытуемых наблюдались временные изменения КСТ, совпадающие с изменениями индекса геомагнитной возмущенности. В отличие от этого, в Киеве и Симферополе все испытуемые показали совпадение вариаций КСТ с изменениями уровня геофизической возмущенности, как в состоянии покоя, так и после эмоциональной и физической нагрузок.

На рис. 1 по оси ординат приведены усредненный показатель симметрии Т-зубца ЭКГ испытуемых в относительных единицах (сплошная линия) и индекс геомагнитной возмущенности (штриховая линия), а по оси абсцисс время в сутках с начала эксперимента, σ -среднеквадратическое отклонение. Сверху вниз показаны данные Якутска, Киева и Симферополя. σ – среднее квадратическое отклонение. Из рисунка видно, что практически на каждое изменение геомагнитной возмущенности организм испытуемых во всех пунктах измерений отвечает подобными изменениями в КСТ, но с различным соотношением амплитуд. Такое совпадение наблюдается даже при низких уровнях геомагнитной возмущенности (геомагнитное поле считается возмущенным, если суточная величина Кр-индекса превышает 18 отн. ед.). Таким образом, наблюдается глобальное воздействие на ССС человека в пунктах наблюдения, удаленных на расстояние порядка 6000 км друг от друга.

На рис. 2 представлены изменения состояния сердечно-сосудистой системы КСТ группы добровольцев в Якутске, а также параметры космической погоды: Кр-индекс геомагнитной возмущенности, В-полный вектор межпланетного магнитного поля, V-скорость солнечного ветра, ρ – плотность частиц солнечного ветра, ρV^2 – динамическое давление солнечного ветра (m -масса протона).

Как видно из этих рисунков, практически все максимумы (88%) и минимумы (88%) приведенных параметров совпадают по времени появления с такими же максимумами и минимумами в групповой реакции КСТ добровольцев. Такое практически полное совпадение наблюдалось для половины групп добровольцев. Другая половина добровольцев показала частичное совпадение КСТ с параметрами космической погоды. Наиболее лучшее совпадение наблюдается для КСТ с полным вектором межпланетного магнитного поля, динамическим давлением солнечного ветра и Кр-индексом геомагнитной возмущенности. К примеру, коэффициент корреляции между КСТ в Якутске и Кр-индексом составил 0,57, и это при условии того, что КСТ представляет собой не показатель одного человека, а усредненную величину (групповой параметр) половины добровольцев, участвующих в эксперименте.

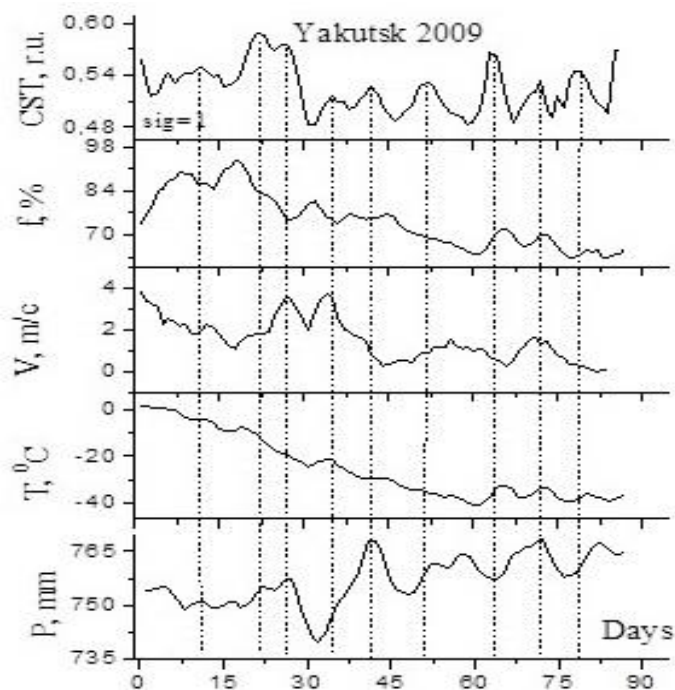


Рис. 3 Изменение состояния ССС половины группы добровольцев в Якутске с метеопараметрами (5 октября-30 декабря 2009г.)

Известно, что организм человека реагирует на изменения обычной земной погоды. Для того, чтобы убедиться в том, что в данном исследовании обычная земная погода оказывала или не оказывала влияние на состояние ССС добровольцев, сравним их изменения с изменениями параметров обычной земной погоды. На рис. 3 показаны изменения состояния ССС половины группы добровольцев в Якутске с метеопараметрами ($f\%$ - влажность, V – скорость ветра, T – температура и P – давление приземной атмосферы). Как видно из этих рисунков наблюдается совпадение отдельных изменений каждого из метеопараметров с КСТ, что означает наличие в рассматриваемый период, в лучшем случае, лишь частичного влияния абсолютных значений метеопараметров на ССС человека. Полученные результаты подтверждаются нашими предшествующими исследованиями [3], в которых было показано, что спектры мощности параметров космической погоды и состояния сердечно-сосудистой системы показали полное подобие, в то время как спектры мощности параметров обычной приземной погоды не показали такого подобия, что подтверждает именно влияние параметров космической погоды, а не приземной погоды на ССС человека в рассматриваемый период наблюдения.

Исследование связи параметров космической погоды с состоянием ССС здоровых лиц на основании таких экспериментальных фактов, как:

- временное совпадение максимумов и минимумов в изменениях параметров космической погоды (без сохранения соотношения амплитуд) с изменениями КСТ, характеризующего состояние ССС человека в Якутске, Киеве и Симферополе;
- совпадение лишь отдельных максимумов и минимумов в изменениях метеопараметров с изменениями КСТ в Якутске;
- наличие совокупности совпадающих периодов в спектрах мощности параметров космической погоды и КСТ;
- отсутствие совокупности совпадающих периодов в спектрах мощности метеопараметров и КСТ

позволяет сделать вывод, что именно параметры космической погоды, такие как скорость и плотность солнечного ветра, полный вектор межпланетного магнитного поля, трансформирующиеся в магнитосфере Земли в геомагнитную возмущенность, оказывают влияние на ССС здоровых лиц. При этом у здоровых добровольцев, находившихся под наблюдением, не отмечалось изменения субъективного состояния и появления каких-либо жалоб. Это свидетельствует о том, что долгий эволюционный путь развития человечества позволяет здоровому человеку компенсировать за счет резервных возможностей организма воздействие космической погоды без явного ущерба для его здоровья.

Совершенно иная ситуация наблюдается при анализе влияния параметров космической погоды на состояние сердечно-сосудистой системы человека с ослабленной адаптационной системой (у кардиологических пациентов).

Воздействие параметров космической погоды на сердечно-сосудистую систему человека с ослабленными адаптационными возможностями

С целью выявления воздействия параметров космической погоды на сердечно-сосудистую систему человека с ослабленными адаптационными возможностями нами проанализирована частота возникновения инфарктов миокарда по данным числа вызовов скорой медицинской помощи (СМП) г. Якутска за годы высокой и низкой геофизической активности. Было обработано более 144000 карточек вызова СМП г. Якутска. В данной работе особое внимание уделено годам вблизи максимума (1992г.) и минимума (1998г.) геофизической возмущенности. Обнаружено, что в 1992 году было зарегистрировано 407 случаев инфаркта миокарда у мужчин и женщин, а в 1998 году было зарегистрировано 277 случаев.

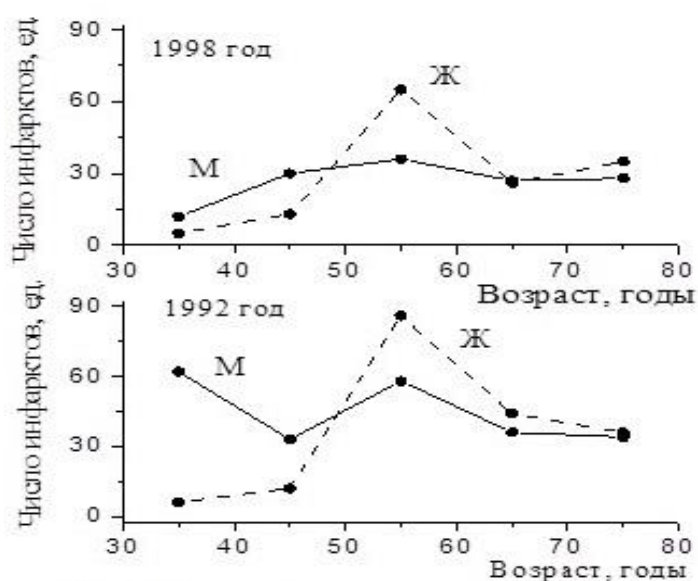


Рис.4. Половозрастное распределение числа заболеваний инфарктом миокарда для женщин (Ж) и мужчин (М) в 1992 и 1998 годах.

На рис. 4 представлено половозрастное распределение числа заболеваний инфарктом миокарда для женщин (Ж) и мужчин (М) в 1992 и 1998 годах по данным СМП г. Якутска. Как видно из представленных данных за 1992 и 1998 гг., а также из рис. 4 общее количество вызовов СМП в год вблизи максимума геомагнитной возмущенности (1992 г.) по поводу инфарктов в 1,5 раза превышает число вызовов в год вблизи минимума геомагнитной активности (1998 г.). А как было отмечено в [4, 5] общее количество вызовов СМП в 1992 г. по поводу инсультов в 1,8 раза превышает число вызовов 1998 г. Таким образом, можно отметить, что вблизи максимума геомагнитной активности наблюдалось в 1,5 – 1,8 раз больше вызовов СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний, чем вблизи минимума геомагнитной активности.

Кроме того, из рис. 4 следует, что в 1992 году число вызовов СМП по поводу инфарктов к мужчинам в возрасте от 30 до 50 лет в 5 раз превышало число вызовов к женщинам такого же возраста. А в возрасте от 50 до 60 лет ситуация кардинально изменяется, число вызовов СМП к женщинам превышает число вызовов к мужчинам в 1,5 раза. В возрасте от 60 до 80 лет число вызовов СМП к женщинам превышает число вызовов к мужчинам, но всего лишь в 1,2 раза. А в возрасте 70-80 лет количество вызовов к женщинам и мужчинам практически выравнивается.

Отсюда следует, что мужчины магнитолабильны и подвержены риску развития ИБС и его осложнений в возрасте до 50 лет. После 50 лет у мужчин происходит снижение числа инфарктов, возможно, за счет естественного отбора, или за счет снижения магниточувствительности.

Женщины более магниточувствительны после 50 лет (особенно в возрасте 50-60 лет) в период пери- и постменопаузы, который сопровождается дефицитом эстрогенов, полового стероидсвязывающего глобулина за счет естественного угасания функции яичников.

Геомагнитные возмущения как фактор регуляции функционирования сердечно-сосудистой системы у лиц с нормальными и ослабленными адаптационными возможностями

В работах Гаркави Л.Х. и соавт. [6] было показано, что отклик живого организма на внешнее воздействие описывается квазилогарифмическим законом. В нашем случае мы исследовали зависимость отклика ССС человека с ослабленными адаптационными возможностями на возмущения геомагнитного поля, и обнаружили, что такой отклик вполне удовлетворительно описывается квазилогарифмической зависимостью. На рис.5 приведен график, описывающий зависимость состояния ССС человека от уровня геомагнитной возмущенности. В качестве показателя функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека использовался такой показатель электрокардиограммы ЭКГ, как симметрия Т-зубца (КСТ).

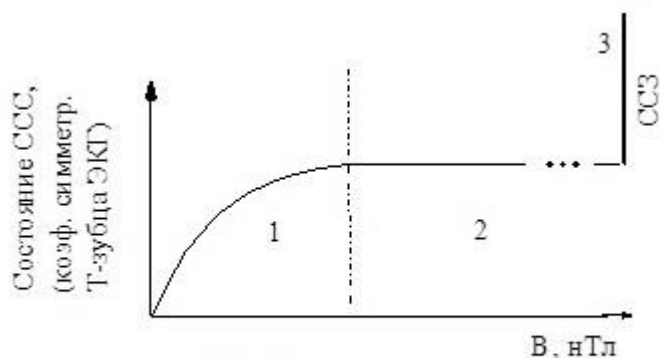


Рис.5. Зависимость состояния ССС человека от уровня геомагнитной возмущенности

Как видно из рис. 5, зависимость имеет три отличающихся друг от друга участка, обозначенных цифрами от 1 до 3. Первый участок характеризуется увеличением КСТ с ростом уровня геомагнитной возмущенности. Второй участок характеризуется практически прекращением роста КСТ, а третий участок приводит к резкому изменению состояния ССС человека, свидетельствующему о возникновении сердечно-сосудистых заболеваний.

На первом участке незначительные геомагнитные возмущения исполняют роль «пускового» адаптивного фактора, переводящего работу ССС в оптимальный режим, соответствующий уровню геомагнитной возмущенности. При этом симметрия Т-зубца начинает расти вместе с ростом геомагнитной возмущенности. Подобная реакция, вероятно, свидетельствует о наличии синхронизации между внешними электромагнитными полями и внутренней средой организма человека, что можно рассматривать как один из компонентов «общего адаптационного синдрома».

При превышении геомагнитной возмущенностью уровня, соответствующего границе участков 1 и 2, функционирование ССС стабилизируется в состоянии, относительно рефрактерном (устойчивом) к изменению внешних воздействий, что может иметь охранительное значение для больных с сердечно-сосудистой патологией. При этом КСТ не растет с ростом геомагнитной возмущенности. Вероятно, это связано с достижением предельно допустимых параметров состояния сердечно-сосудистой системы, позволяющих ей функционировать в безопасном для жизни режиме. Безусловно, подобная устойчивость достигается напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов ССС.

Полученные нами данные позволяют выдвинуть следующее предположение: индивидуальная реакция человека на изменение параметров космической погоды может являться своеобразным показателем его адаптационных возможностей. В случае

попадания на «плато 2» следует проанализировать состояние обследуемого на предмет скрытой патологии и разработать комплекс оздоровительных мероприятий для повышения эффективности его компенсаторно-приспособительных реакций.

Выводы

1. Параметры космической погоды, такие как электромагнитное излучение Солнца, солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, трансформирующиеся в магнитосфере Земли в геофизическую возмущенность (в частности в геомагнитную возмущенность), проявляются в состоянии сердечно-сосудистой системы человека. При этом, долгий эволюционный путь развития человечества позволяет здоровому человеку компенсировать за счет резервных возможностей организма воздействие космической погоды без явного ущерба для его здоровья.

2. Возмущения параметров космической погоды приводит к обострениям сердечно-сосудистых заболеваний людей с ослабленными адаптационными возможностями, включающим такие тяжелые заболевания, как инфаркты и инсульты.

3. Наличие совпадения незначительных возмущений параметров космической погоды с изменениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека с ослабленной адаптационной системой и наступление инфарктов и инсультов при значительных величинах таких возмущений хорошо описывается квазилогарифмической зависимостью отклика организма человека на интенсивность возмущенности параметров космической погоды.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (Грант № 15-45-05108).

Список литературы

1. Вишневский В.В., Файнзильберг Л.С., Рагульская М.В. Влияние солнечной активности на морфологические параметры ЭКГ сердца здорового человека. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника 2003; (3): 3-11.
2. Файнзильберг Л.С. Информационная технология для диагностики функционального состояния оператора. Управляющие системы и машины 1998; (4): 40-45.
3. Самсонов С.Н., Маныкина В.И., Труды межд. конф. «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле», М.: ИКИ, 2012: 730-734.
4. Самсонов С.Н., Петрова П.Г., Соколов В.Д. и др. Гелиогеофизическая возмущенность и обострения сердечно-сосудистых заболеваний. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. Инсульт 2005; 14: 18-22.
5. Samsonov S.N., Manykina V.I., Krymsky G.F. et al. Space weather and the state of cardiovascular system of a healthy human being // Odessa Astronomical Publications 2013; 26(2): 300-302.
6. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия, М.: ИМЕДИС. 1998; 656.

Авторы:

Самсонов С.Н. – к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г.Шафера СО РАН, рабочий адрес: 677980, Якутск, пр. Ленина, 31, рабочий телефон: +7(411)2390446, s_samsonov@ikfia.ysn.ru.

Маныкина В.И. – младший научный сотрудник, Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Россия

Паршина С.С. – д.м.н., профессор кафедры терапии ФПК и ППС ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, член Восточно-Европейского Психосоматического Общества.