

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирское отделение Российской Академии наук
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
ООО «ТОМИОН»

ФИЗИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Материалы XIV Международной Школы молодых ученых
«Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника*

2–4 ноября 2020 г., г. Томск

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2020

УДК 551.508; 551.510; 551.521
Ф48

Физика окружающей среды: материалы XIV Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. – Томск : STT, 2020. – 118 с.

ISBN 978-5-93629-654-3

Сборник включает статьи участников XIV Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. Обсуждаются результаты теоретических и экспериментальных исследований по следующим направлениям: физика атмосферы, ионосферы и магнитосферы, физика солнечно-земных связей, физическая экология, распространение электромагнитных волн в атмосфере, ионосфере и океане, физика и химия атмосферного аэрозоля, радиация и климат, физические основы, методы и аппаратура оптического, радиоволнового и акустического зондирования окружающей среды.

Для специалистов в области физики, оптики атмосферы и океана, радиофизики, метеорологии и экологии.

УДК 551.508; 551.510; 551.521

Рецензенты:

Матвиенко Г.Г. – докт. физ.-мат. наук, профессор, ИОА СО РАН;
Колесник С.А. – канд. физ.-мат. наук, доцент, ТГУ.

ISBN 978-5-93629-654-3

© Авторы, 2020
© Томский государственный университет, 2020
© Дизайн, макет, STT™, 2020

ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОТРЕБНОСТЬ В СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Д.А. Тужилкин^{1,2}, А.С. Бородин¹

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

Россия, 634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

dmitry-88@mail.ru, bas_56@mail.ru

Целью представленного исследования является оценка влияния гелиогеофизических факторов на потребность в скорой медицинской помощи. В рамках данной работы в качестве таких факторов рассмотрены рентгеновское излучение Солнца и локальная геомагнитная возмущенность. Анализировалась частота экстренных вызовов скорой медицинской помощи (г. Томск) в период с 1 октября по 25 ноября 2003 года. Проведенное исследование позволило выявить статистически и клинически значимые корреляционные связи между числом вызовов бригад скорой медицинской помощи в г. Томске, с одной стороны, и локальной геомагнитной возмущенностью, а также мощностью потока рентгеновского излучения – с другой.

Период с 1 октября по 25 ноября 2003 года стал самым интенсивным по интегральной солнечной активности в 23 солнечном цикле. В это время произошли мощные корональные выбросы массы, зарегистрированы наиболее интенсивные солнечные вспышки, в том числе рентгеновские класса X и выше, а также 3 геомагнитные бури с $Dst < -300$ нТ, одна из которых является сильнейшей за последние полвека с $Dst = -429$ нТ. При этом несколько сильных рентгеновских вспышек, произошедших в это время, не имели серьезных геомагнитных эффектов. В основном, негеоэффективными вспышками были вспышки класса менее X. Наиболее сильные геомагнитные бури всегда предварялись рентгеновскими вспышками, с задержкой между двумя событиями от $dT = 23$ ч до $dT = 58$ ч [1]. Как известно, рентгеновское излучение Солнца достигает Земли примерно за 8 минут, т.е. практически в момент возникновения вспышек на Солнце, тогда как возмущенные потоки солнечного ветра, ответственные за возникновение магнитных бурь, достигают Земли за сутки и более.

Рассчитанные далее коэффициенты кросскорреляции рядов данных геомагнитной возмущенности, представленной в качестве Ар-индекса, и логарифма потока рентгеновского излучения в целом отражают события на Солнце и в околоземном пространстве, происходящие в октябре–ноябре 2003 года (Рисунок 1). Максимальные значения коэффициента корреляции ($r = 0.67$) наблюдаются при величине лага 9 ± 2 интервала, что, с учетом используемых усредненных трехчасовых данных, соответствует 27 ± 6 часам. Таким образом, более чем за сутки до сильного геомагнитного возмущения Земля подвергалась воздействию мощных всплесков рентгеновского излучения Солнца.

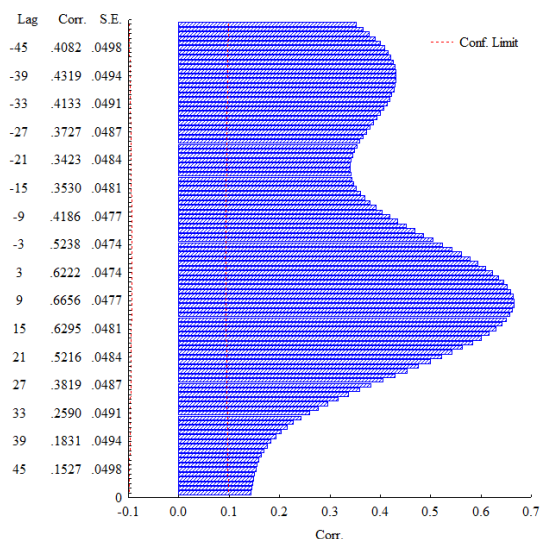


Рис. 1. Коэффициенты кросскорреляции рядов данных локальной геомагнитной возмущённости (Ap) и потока рентгеновского излучения (lg X) в октябре–ноябре 2003 года

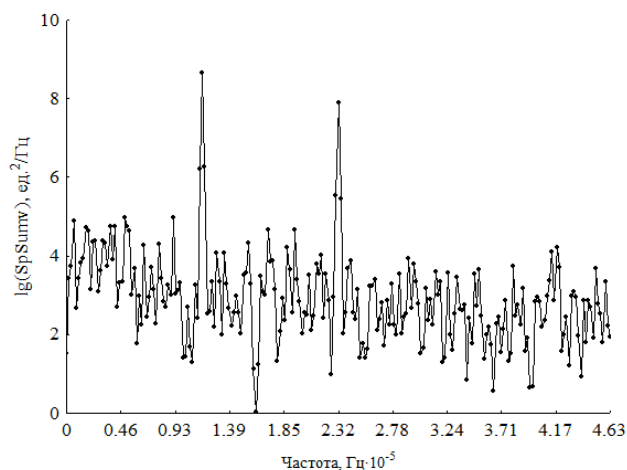


Рис. 2. Спектр суммарной частоты вызовов скорой помощи в октябре–ноябре 2003 г. (после исключения месячного тренда). По оси ординат – логарифм спектральной плотности мощности суммы вызовов

Таблица 1. Статистические характеристики изменчивости температуры и влажности воздуха, атмосферного давления в г. Томске в октябре–ноябре 2003 года

Фактор	Среднее	Станд. откл.	Минимум	Максимум	Размах
Температура, °С	-1.2	7.6	-20.7	16.7	37.4
Влажность, %	67.8	16.8	30.5	97.0	66.5
Давление, мм.рт.ст.	752.7	9.2	729.8	771.8	42

За анализируемый интервал времени температура и влажность воздуха, атмосферное давление на территории г. Томска изменялись следующим образом (Таблица 1). Средний уровень и изменчивость метеорологических факторов, отраженные в таблице, являются характерными для этого времени года и не обнаруживают экстремальных значений.

Проведенный далее спектральный анализ исходных данных суммарной частоты вызовов скорой помощи за анализируемый период времени (Рисунок 2) показал наличие двух явно выраженных гармоник в спектре с частотами $1.16 \cdot 10^{-5}$ и $2.32 \cdot 10^{-5}$ Гц, что соответствует периодам 24 и 12 часов соответственно. Таким образом, в детерминированной составляющей ряда числа вызовов скорой помощи присутствуют две явно выраженные сезонные компоненты суточной и полусуточной периодики.

Чтобы оценить соотношение детерминированной и шумовой составляющих в данных по суммарной частоте вызовов скорой помощи проводился процесс декомпозиции временного ряда на основе низкочастотных фильтров Хэмминга, а именно последовательное выделение и исключение трендовой (длительность окна наблюдения) и сезонных (с периодами, соответствующими месяцу, неделе, суткам и полусуткам) составляющих. В результате получено,

что шумовая составляющая (вариации с периодом менее полусуток) в данных по вызовам скорой помощи составляет 22.49 %, детерминированная часть (от полусуток до месяца) – 77.51 %.

Если в анализируемый период времени в динамике гелиогеофизических показателей имеет место ярко выраженный всплеск, то в характере изменения общего числа экстренных вызовов скорой помощи наблюдаются собственные вариации, которые, на первый взгляд, связать однозначно с гелиогеофизическими параметрами затруднительно. Поскольку вариации частоты вызовов скорой медицинской помощи связаны с воздействием как внутренних факторов, свойственных человеческому организму, так и внешних факторов, обусловленных влиянием полей окружающей среды, из анализируемых нозологических переменных с помощью алгоритма низкочастотной фильтрации удалена сезонная компонента их изменчивости во времени (соответствующая периоду 30 дней), после чего данные проинтегрированы.

Проведенный далее кросскорреляционный анализ показал, что суммарная (кумулятивная) частота вызовов скорой помощи характеризуется лагом 6 часов для потока рентгеновского излучения и 24 часа для геомагнитной возмущенности. Временной сдвиг в 6 часов – близок к нулевой отметке, а коэффициент корреляции в нуле и при лаге, равном 6, отличается на 0.01, что позволяет говорить об одномоментной изменчивости потока рентгеновского излучения и суммарной частоты вызовов скорой помощи. Для геомагнитной изменчивости положительный лаг в 24 часа, т.е. полные сутки, говорит об опережении на сутки отклика числа вызовов по отношению к действующему фактору. Полученный результат можно объяснить откликом числа вызовов скорой помощи (Рисунок 3) в первую очередь на вариации рентгеновского излучения.

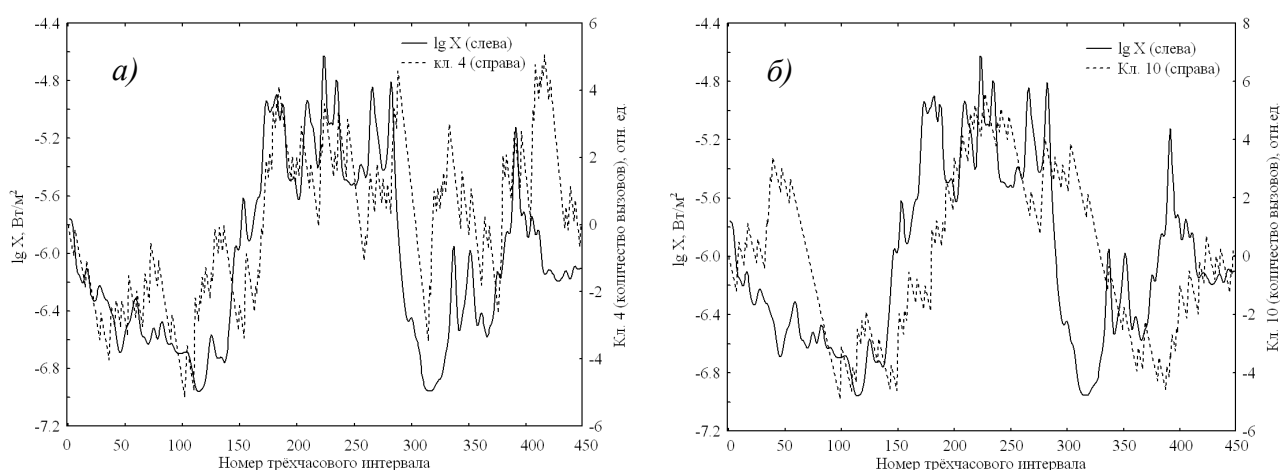


Рис. 3. Динамика вызовов скорой медицинской помощи с диагнозом – а) хронические цереброваскулярные болезни (кл. 4), б) суицид (кл. 10) и вариации показателя рентгеновского излучения ($\lg X$) за анализируемый период времени

Проведенное исследование позволяет предположить биотропное действие рентгеновского излучения Солнца, которое, как известно, не достигает поверхности Земли, поглощаясь на высотах от 300–350 км до 80–100 км от поверхности Земли. Особенностью излучения является очень сильная зависимость его интенсивности от уровня солнечной активности, что наиболее сильно выражено в период солнечных вспышек. Объяснить биотропное действие рентгеновского излучения Солнца можно за счет опосредованного его влияния на биологические объекты через модификацию параметров шумановских резонансов [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаев Ю. И. Солнечные и гелиосферные возмущения, приведшие к сильной магнитной буре 20 ноября 2003 года / Ю. И. Ермолаев [и др.] // Геомагнетизм и Аэронавтика. – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 23–50.
2. Башкуев Ю. Б. Проявление солнечной активности в параметрах шумановского резонатора / Ю. Б. Башкуев [и др.] // Изв. вузов. Физика. – 2008. – Т. 51, № 9/3. – С. 209–212.
3. Колесник А. Г. Резонансный механизм солнечно-земных связей / А. Г. Колесник [и др.] // Изв. вузов. Физика. – 2003. – Т. 46, № 8. – С. 23–30.