УДК 524.1 : 577.462

Н. М. САЛИХОВ[1], Г. Д. ПАК[2], О. Н. КРЯКУНОВА[1], Т. В. САМОЙЛЕНКО[2]

([1]ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий», г. Алматы; [2]РГП «Институт физиологии человека и животных» КН МОН РК, г. Алматы)

ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ФЛУКТУАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ И ИХ БИОТРОПНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация. В настоящей работе приводятся данные влияния космической погоды на флуктуации потока гамма-квантов вторичной космической компоненты в приземной атмосфере. Мониторинг гамма-излучения выполнен на территории г. Алматы и высокогорной научной станции космических лучей «Космостанция» в 32 км от г. Алматы. Флуктуации интенсивности потока гамма-квантов рассматриваются в связи с сезонной ритмикой, геомагнитной активностью и влиянием на организм человека. Установлено, что в сезонных вариациях потока гамма-квантов присутствуют два основных периода – минимум в зимний и максимум в летний периоды. Во время геомагнитных бурь зарегистрированы всплески интенсивности и нарушения фоновых флуктуаций потока гамма-квантов, выраженность и направленность которых зависит от уровня возмущенности геомагнитного поля. Показано, что влияние гамма-излучения на организм человека связано с частичным поглощением гамма-квантов при прохождении через организм и с индукцией резонансных колебаний спектральной мощности вариабельности ритма сердца в области очень низких частот.

Ключевые слова: гамма-излучение в приземной атмосфере, сезонные вариации, геомагнитные бури, вариабельность ритма сердца.

Тірек сөздер: жерге жақын атмосферада гамма-сәулелену, маусымдығы өзгермелі нұсқалар, геомагнитті дауылдар, жүрек ырғағының вариациясы.

Keywords: background gamma-radiation, seasonal variations, geomagnetic storms, heart rate variability.

Введение. Спорадические процессы на Солнце и последующие геомагнитные бури (МБ) влияют на каскадные процессы образования в атмосфере Земли вторичного потока гамма-квантов и колебания естественного фона приземной радиации. Эти флуктуации при возмущениях геомагнитного поля (ГМП) по мнению авторов [1–3] возникают вследствие усиления выделения

радона из грунтовых пород и повышения содержания ^{222}Rn в приземной атмосфере. В вариациях потока гамма-квантов находят отклик даже небольшие колебания радиоактивного фона, как, например, при атмосферных осадках в виде дождя, града и снега. При обильном выпадении осадков интенсивность потока гамма-квантов в приземной атмосфере может значительно возрастать [4]. В повседневной жизни человек постоянно подвергается действию гамма–квантов вторичной космической компоненты (ВКК). И, несмотря на значительный прогресс, в исследовании механизмов влияния геомагнитных возмущений на организм человека остается немало открытых вопросов [5]. Влияют ли непосредственно флуктуации возмущенного ГМП на самочувствие человека или же некий промежуточный фактор? Этому вопросу в настоящее время посвящено большинство работ [6]. В качестве одного из факторов высокой чувствительности сердечно-сосудистой системы и регуляторных физиологических систем к действию космической погоды рассматривается низкоэнергичное гамма-излучение ВКК [7]. С определенностью можно констатировать, что повышенную метеозависимость и чувствительность к возмущениям ГМП проявляют люди старшей возрастной группы, особенно страдающие различными заболеваниями, и в фазе их обострения [6, 8, 9]. В настоящее время метод экологического мониторинга гамма-излучения в приземных слоях атмосферы проводится на территориях многих городов и крупных мегаполисов. Это связано с объективностью и информативностью метода для контроля среды обитания человека, понимания механизмов солнечно-биосферных связей.

Целью данной работы явилось изучение флуктуаций потока гамма-квантов ВКК в приземной атмосфере в связи с сезонной ритмикой, гелиогеомагнитной активностью и влиянием на организм человека.

Методика: Исследования выполнены на высокогорной научной станции космических лучей «Космостанция» на высоте 3340 м над уровнем моря и в г. Алматы (860 м над уровнем моря). Интенсивность потока гамма-квантов измеряли с помощью сцинтилляционного детектора, основой которого является кристалл NaI. Калибровка детектора проводилась с помощью эталонных источников Am-241 (E_γ=60 кэВ) и Cs-137 (E_γ=660 кэВ). Данные геомагнитной активности взяты с сайта ionos.kz магнитной обсерватории ДТОО «Институт ионосферы». Вариабельность ритма сердца (ВРС) регистрировали кардиомониторами ритма сердца фирмы «Polar» (Финляндия) во время ночного сна испытуемых. Для обработки данных применяли методы статистического и спектрального анализа.

Результаты исследования. Выполнено исследование влияния космической погоды на среду обитания человека на примере анализа событий повышенной солнечной активности, геомагнитных возмущений и флуктуаций интенсивности потока гамма-квантов ВКК в приземной атмосфере. На рисунке 1 представлены данные регистрации потока гамма-квантов на территории «Космо-станции» во время магнитной бури (МБ) 3 августа (К-индекс=6) и 4 августа (К=7) 2010 г., а также 7 марта (К=6), 9 марта (К=7) и 12 марта 2012 г. (К= 6) на территории г. Алматы. Как в первом, так и во втором случае резкие всплески и снижение X компоненты геомагнитного поля сопровождались значимым повышением интенсивности потока гамма–квантов (рисунок 1). Обращает внимание, что продолжительность этих эффектов соответствовала длительности МБ. Повышение фонового уровня гамма-излучения у поверхности земли, предположительно обусловлено выделением радона при МБ вследствие эффекта магнитострикции в горных породах [1, 2], где его концентрация на порядки выше, чем на поверхности.

Установлено, что изменения интенсивности потока гамма-квантов могут различаться не только по амплитуде отклика, но и по времени начала относительно МБ. Менее выраженная реакция или только всплески интенсивности с элементами десинхронизации фоновых колебаний наблюдаются при магнитовозмущенной обстановке.

Изучение влияния флуктуаций гамма-излучения в приземной атмосфере на живые системы способны дать новый импульс к пониманию механизмов обострения заболеваний при ГМП. Для этого нами выполнено исследование вариабельности ритма сердца в связи с колебаниями фонового потока гамма-квантов вторичной космической компоненты. Первоначально внимание было уделено исследованию сезонных вариаций потока гамма-квантов (рис. 2а).

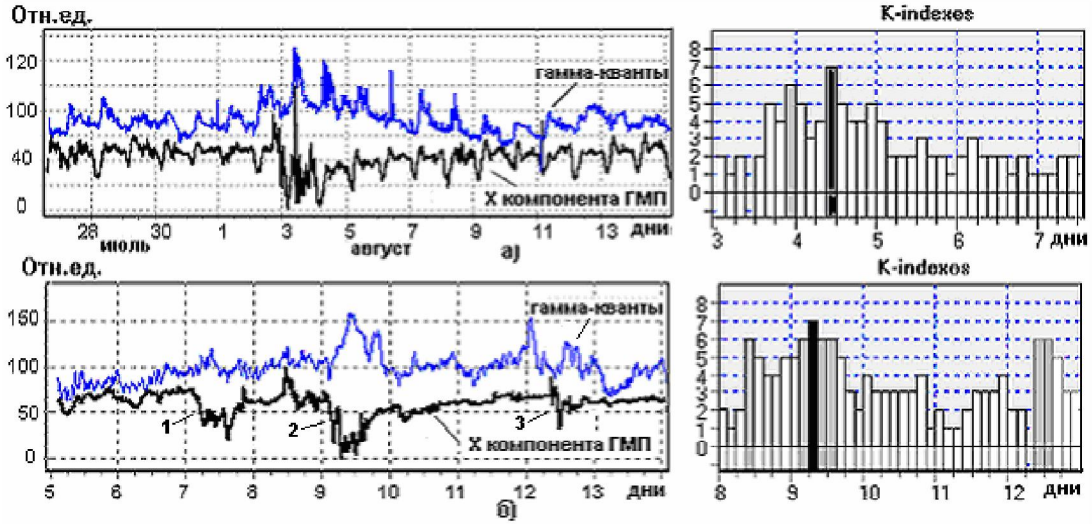

Рисунок 1 – Флуктуации потока гамма-квантов во время магнитной бури 3 августа (К=6), 4 августа (К=7) 2010 г.(а), а также 7 и 9 марта (эпизод 1, К=6, эпизод 2, К=7) и 12 марта (эпизод 3, К=6) 2012 г. (б)

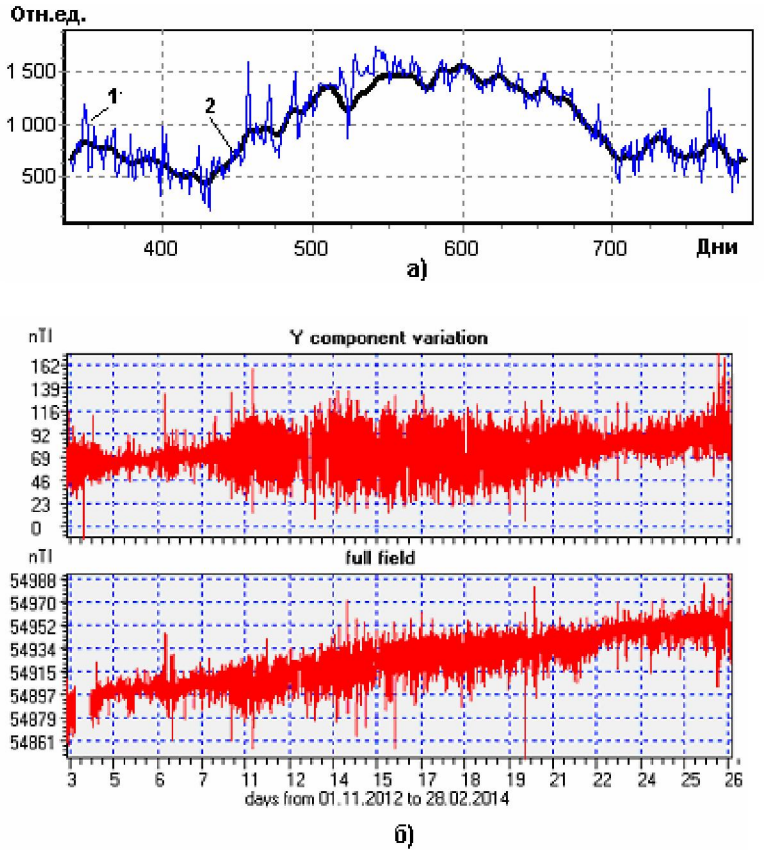

Рисунок 2 – Сезонные вариации потока гамма-квантов приземной атмосферы с 3.12.2012 г. по 28.02.2014 г. (а) и геомагнитного поля с 01.11.2012 г. по 28.02.2014 г. (б). На рисунке 1а по оси абсцисс – время от 1 января 2012 г в днях. Обозначения: 1- исходная запись, 2 – после фильтрации скользящим средним

Установлено, что наименьшие среднесуточные значения приходятся на зимние месяцы, максимальные – на летние. Резкое повышение и понижение интенсивности охватывает соответственно весенний и осенний периоды. Подобные тренды наблюдаются и в сезонных вариациях ГМП (рис.2б). Следует отметить, что именно на весенне-осенний период приходится пик обострений самых различных заболеваний [10]. Спектральный анализ внутрисуточных флуктуаций гамма-излучения (в условиях хорошей погоды и магнитоспокойной обстановки) выявил присутствие трех наиболее характерных периодов: около 1880 с (0,00053 Гц), 1480 с (0,00068 Гц), 1206 с (0,00082 Гц), хотя диапазон значимых частот значительно шире – порядка 0,002-0,0004 Гц