

**СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ  
С ВАРИАЦИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТЬЮ  
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ**

*К.А.КАРИМОВ, Р.Д.ГАЙНУТДИНОВА, С.В.КРЫЛОВ*

*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Бул иште космостук нурлар менен чогуу күндүн активдүүлүгүнүн өзгөрүүлөрүн ченөөнүн натыйжалары каралды 1999-2010 жылдар мезгилиндеги маалыматтарынан алынды. Ушул эле мезгил үчүн температуранын өзгөрүгүшүнүн тартибининүч денгелдеги маалыматтары атмосферанын 3 кабатына келтирилди. Жер үстүндөгү атмосферанын температуралык өзгөрүү эржеине космостун нурлардын ургаалдуулугунун жана күндүн активдүүлүгүнүн таасири дагы каралды.*

*В работе рассматриваются результаты анализа вариаций космических лучей совместно с вариациями солнечной активности за период с 1999 по 2011 годы. За этот же период приводятся данные по изменениям температурного режима для трех уровней атмосферы. Рассматривается влияние интенсивности космических лучей и солнечной активности на температурный режим приземной атмосферы.*

*The results of analysis of cosmic rays together with variations of the solar activity are examined in this work for the period from 1999 to 2011. Data of variations of temperature regime for 3 levels of atmosphere are given for the same period. Influence of cosmic rays intensity and solar activity on temperature regime of the earth atmosphere on the whole have been analysed.*

Принято считать, что космические лучи состоят из нуклонов солнечного и внегалактического происхождения. При прохождении через межзвездную среду происходит частичная диссипация космических лучей, тем самым космические лучи отдают часть своей энергии космическому пространству. Полагают, что космические лучи состоят из нуклонов, а межзвездный газ преимущественно состоит из неионизированного водорода, хотя частично около 10 % он ионизирован.

Межзвездная среда состоит не только из атомов водорода, но и более тяжелых элементов, к примеру, атомов железа. Часть энергии космических лучей переходит в различные компоненты, такие как фотоны, нейтрино, электроны, а также тратится на

ионизацию атомов межзвездного вещества. Фотоны, образующиеся при этом взаимодействии, беспрепятственно покидают галактику. Энергия электронов практически полностью растворяется в пределах галактики. Обычно полагают, что плотность межзвездного газа составляет  $\rho=0,1$  частиц/см<sup>3</sup>, а напряженность магнитного поля в галактике  $H=5 \cdot 10^{-6}$  эрг.

Рассматривая причины изменения климата, можно привести две существующие в настоящее время гипотезы. Первая – это традиционная, когда потепление связывают с антропогенным влиянием на атмосферные процессы парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O) и аэрозолей, плюс альбедо поверхностного слоя земли и океана.

Однако, по мнению другой группы ученых, парниковый эффект не является определяющим. Свидетельством этому являются факты похолодания в периоды 1880-1900 гг. и 1940-1970 гг., которые нельзя объяснить только парниковым эффектом, а также похолодание в последние 2-3 года.

Вторая точка зрения на причины потепления связана с природными естественными факторами, а именно, с вариациями солнечной постоянной или интенсивностью солнечной активности, а также временными вариациями космических лучей. Однако эти изменения не столь значимы, чтобы вызвать подобные изменения климата. Необходим усиливающий механизм.

Приведем некоторые известные цифры относительно суммарной солнечной радиации. Так, в результате изменения потока солнечной радиации с 1750 по 2000 годы радиационное изменение составляет 0,12 Вт/м<sup>2</sup>, а при изменении солнечной радиации с 1700 г. по настоящее время составляет 0,22 Вт/м<sup>2</sup>, т.е. в 1,8 раза выше, чем с 1750 по 2000 гг. Тем не менее, даже эти доли изменения потока солнечной радиации не дают оснований рассматривать их в качестве изменения температуры на верхней границе атмосферы как единственную причину наблюдаемого потепления или похолодания.

Так, к примеру, радиационное воздействие, связанное с хозяйственным использованием земель, через парниковый эффект оценивается в 0,15 Вт/м<sup>2</sup>.

Космические лучи, взаимодействуя с атмосферой, рождают вторичное излучение. Максимальное взаимодействие космических лучей наблюдается в атмосфере на высотах 20-25 км. В свою очередь, вторичные ионизованные частицы, образующиеся от взаимодействий космических лучей с атмосферой, являются главными ионизаторами воздуха. Все это приводит к повышению электропроводности воздуха и электрической активности грозовых облаков.

В тропосфере под действием электрических полей ускоряется процесс прилипания легких ионов к незаряженным аэрозольным частицам. Заряженные аэрозольные частицы служат ядрами конденсации водяного пара, находящегося в атмосфере. В связи с этим в атмосфере усиливается процесс конденсации водяного пара с последующим образованием капель воды. Это, в свою очередь, приводит к увеличению площади облачного покрова. Максимум напряженности электрического поля, создаваемого зарядом Земли, находится на высоте 1-2 км. Там же находится и максимум концентрации незаряженных аэрозолей. Таким образом, космические лучи опосредованно (через грозовые облака и конденсации капель на аэрозольных частицах) могут существенно влиять на образование нижней облачности до высоты 3 км. Нижняя облачность от общей составляет до 40 % и обладает высшим альбедо и по отражательной способности оценивается примерно в 20 Вт/м<sup>2</sup>.

Таким образом, космические лучи могут оказывать регулирующее действие на облачность, а через нее и на климат. Чем ниже солнечная активность, тем выше интенсивность космических лучей, тем больше облачность, и это, естественно, приводит к похолоданию нижней атмосферы.

Что касается облачности, то здесь необходимо учитывать региональные особенности, к примеру, тот факт, что в зимний период вся европейская территория покрыта облачностью. В зимний период над Европой преобладает циклонический тип циркуляции, в связи с чем на зимний период приходится максимум облачности. В Восточной Сибири и Забайкалье господствуют антициклоны и, соответственно, в зимний период облачность максимальная, а максимум облачности приходится на лето и осень. В связи с этим при анализе интенсивности солнечной активности и космических лучей необходимо учитывать региональные особенности, связанные с доминированием в данном регионе циклонической или антициклональной циркуляции.

**Анализ полученных результатов.** Для изучения вышеперечисленных связей использовались данные о среднемесячных температурах по метеостанциям Бишкек (760 м.н.ур.м), Нарын (2040 м.н.ур.м), Тянь-Шань (3700 м.н.ур.м) за период с 1998 до 2011 годы. За этот же период взяты данные NASA о потоках космических лучей в диапазоне энергии 270-450 MeV/nuc, соответствующей ядрам железа Fe. За этот же период взяты данные о радиоизлучении Солнца на длине волны 10,7 см.

На рис. 1 приведены вариации следующих параметров:

- а) – параметр радиоизлучения Солнца  $F_{10,7}$ ;
- б) – интенсивность космических лучей для ядер железа от 270-450 MeV/nuc;

в) – среднепериодная температура за зимний сезон (с ноября по февраль) для трех высотных уровней атмосферы – 3700 м, 2040 м, 760 м.

Вариации всех рассматриваемых величин приведены на рисунке за период с 1999 по 2011 г.

Результаты анализа трех независимых параметров – солнечной активности, интенсивности космических лучей и среднепериодной приземной температуры – за холодное полугодие показывают:

1. Интенсивность космических лучей и параметр солнечной активности изменяются в противофазе, что следует из эксперимента и теории высыпания космических частиц на Землю.

2. Средние температуры за 4 зимних месяца, по данным станции Тянь-Шань (3700 м над у.м.) и по станции Бишкек (760 м над у.м.), изменяются в фазе. Крупномасштабные вариации данных о температуре за зимний период по ст. Нарын не согласуются с данными по ст. Тянь-Шань и ст. Бишкек. На этом уровне атмосферы происходит частая смена ветрового режима, включая и облачность.

Для центральноазиатского региона зимой существует довольно интенсивная циклоническая деятельность с облачностью порядка 6,5 балла, и на ее вариации может влиять изменение интенсивности космических лучей, а летом облачность спадает до 0,9 балла, и космические лучи практически не влияют.

По этой причине при анализе связи вариации температурного режима с космической активностью рассматривались только среднезимние температуры.

Надо полагать, что повышение среднемесячной зимней температуры по ст. Тянь-Шань мало связано с облачностью, поскольку на этих высотах в горах она практически отсутствует. Изменение температуры на этих высотах в большей степени может быть связано с возрастанием солнечного ультрафиолетового излучения, особенно его коротковолновой жесткой части. Коротковолновое УФ-излучение активно взаимодействует с кислородом, при этом выделяется дополнительное тепло. Этому соответствует период с 1999 по 2005 годы.

В этой связи понижение температуры по ст. Тянь-Шань после 2005 г., очевидно, связано с понижением солнечной активности и потока ультрафиолетовой радиации. Другим фактором понижения температуры является резкое возрастание в этот период интенсивности потока космических лучей. Последнее обстоятельство приводит к возрастанию доли облаков верхнего яруса, что будет также способствовать уменьшению полной солнечной радиации, и

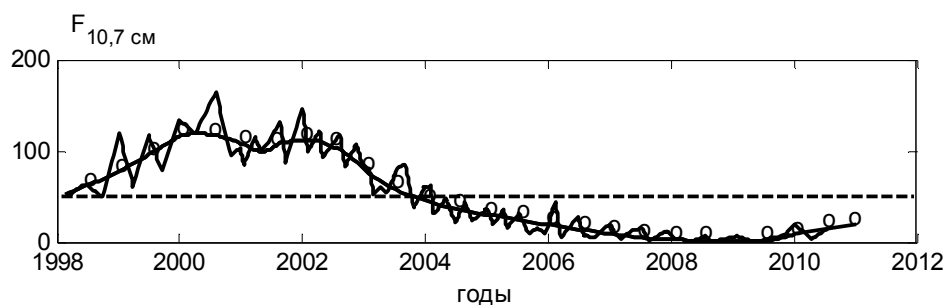
в совокупности все эти факторы приведут к дополнительному снижению температуры в нижних слоях атмосферы.

Вариации среднемесячной температуры за зимний период в приземной атмосфере по ст. Бишкек изменяются вслед за солнечной активностью. В то же время они находятся в противофазе с интенсивностью космических лучей.

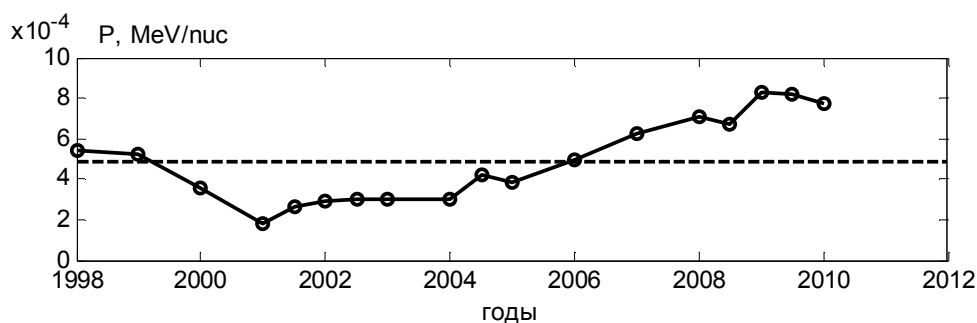
Причем нужно отметить, что резкое падение приземной температуры в 2008 г. по ст. Бишкек приходится на аномально высокий, выше  $7 \cdot 10^{-4} \text{MeV/нис}$ , всплеск интенсивности потока космических лучей. В этот период было также отмечено увеличение доли облаков вертикального развития и доли облаков верхнего яруса. Нужно заметить, что в нижней атмосфере на высотах (1-2) км находится максимум концентрации незаряженных аэрозолей, которые под действие космических частиц способны концентрировать водяные пары.

По этим причинам космические лучи могут опосредованно влиять на образование нижней облачности на высотах ниже 3 км. Как известно, эта нижняя облачность составляет примерно 40 % от общей облачности и обладает самым высоким альбедо, которое оценивается специалистами ориентировочно в  $20 \text{ Вт/м}^2$ , что соизмеримо и выше общей отражательной способности парниковых газов. Так, суммарное радиационное воздействие антропогенных факторов на температурный режим нижней атмосферы, связанное с

*a*



*б*



*в*

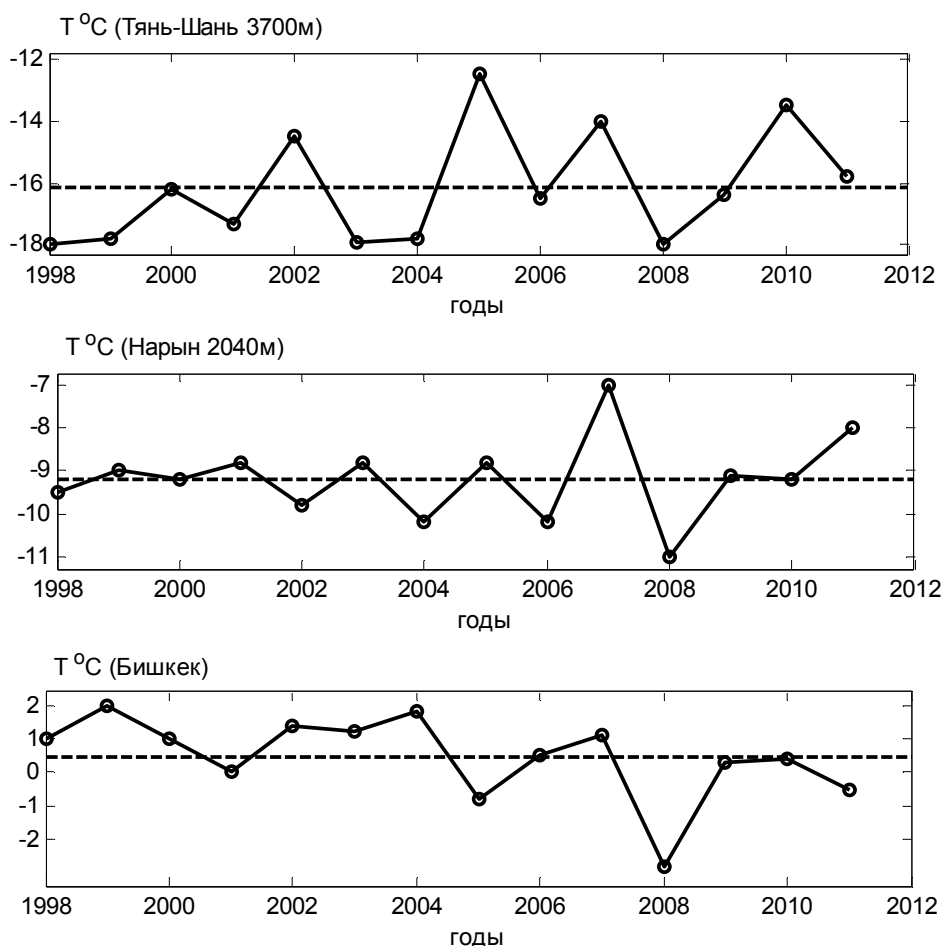


Рис. 1. Вариации радиоизлучения Солнца (а), интенсивности космических лучей (б) и среднепериодной зимней приземной температуры по трем станциям (в)

действием всей совокупности парниковых газов и аэрозолей, составляет от 0,6 до 2,4 Вт/м<sup>2</sup> при средней 1,6 Вт/м<sup>2</sup>.

Как видно, космические лучи могут оказывать управляющее действие на облачность, а через нее – и на температурный режим приземной атмосферы, включая изменения регионального и глобального климата Земли. Чем выше интенсивность космических лучей, тем больше облачный покров и, соответственно, ниже среднепериодная приземная температура за холодное полугодие. Эти данные можно отнести к средним статистическим данным по конкретному региону.

При рассмотрении более детального влияния космических лучей на температурный режим приземной атмосферы была предварительно выявлена следующая особенность. Период повышенной активности космических лучей охватывает минимум 5 лет, и за это время было отмечено только 2-3 температурные аномалии в сторону понижения температуры. Это ярко выраженное похолодание в зимний период 2008 г., когда практически

по всем метеостанциям в Чуйской долине было отмечено резкое похолодание, при этом среднее понижение температуры  $\Delta T$  составляло минус (3-5) °С. Нужно отметить, что по одной из метеостанций Жаны-Жер, расположенной на плато в 200 км на северо-запад, это похолодание составило -5 °С.

Вторая волна похолодания при сравнительно небольшой  $\Delta T = -1,5$  °С пришлась на 2005 год, при ошибке  $\pm 0,3$  °С.

Третья волна изменения температуры в сторону понижения отмечалась в 2001 г., когда понижение температуры составило -1,5 °С. При этом ошибка измерения температуры составляла  $\pm 0,3$  °С.

В оставшемся периоде аномально высоких космических лучей подобных отклонений в сторону резкого похолодания не наблюдалось. Из вышеприведенного следует, что резкие скачки в температурном режиме в приземной атмосфере отмечаются тогда, когда мы имеем значимый скачок в скорости потока космических лучей. В остальные периоды мы не имеем резких отклонений температуры в сторону похолодания. Все понижения температуры отмечаются только в вариациях приземной температуры воздуха на уровне 760 м (ст. Бишкек) и при наличии больших градиентов в космических лучах.

### Список литературы

1. Гинзбург В.Л., Сыроватский С.И. Происхождение космических лучей. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
2. Чарахчян А.Н., Базилевская Г.Н., Сташков Ю.И., Чарахчян Т.Н. Космические лучи в стратосфере и околоземном пространстве в период 19-го и 20-го циклов солнечной активности //Труды ФИАН. Т. 88. – М.: Наука, 1976. – С 3-50.
3. Энергичные частицы в магнитосфере Земли /Под ред. В.В.Мигулина /ИЗМИОАН. – М.: Мир, 1990. – 440 с.
4. Элементарные частицы и космические лучи: Сб. статей /Под ред. И.Л.Розенталя; Московский инженерно-физический институт. – М.: Атомиздат, 1967. – 160 с.
5. Ермаков В.И., Сташков Ю.И Космические лучи и потепление климата Земли / ЦАО Росгидромета, ФИАН ([www.pdfactory.com](http://www.pdfactory.com)).

