

А. В. Мороженко, А. П. Видьмаченко

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ

Аппаратура для мониторинга глобальных изменений на Земле с лунной базы или со спутника в одной из точек Лагранжа

Урахування можливих наслідків глобального потепління та послаблення потужності озонового шару змушує світову спільноту укладати міждержавні угоди про обмеження виробничої діяльності. Це пов'язано з великими фінансовими затратами. Тому при їхньому укладанні необхідно знати причини виникнення того чи іншого екологічного явища. Для цього необхідно отримати високоточні спостережні дані про спектральні відбивальні властивості земної кулі в цілому. Оцінка ефектів зміни спектральної відбивальної здатності всієї Землі можлива лише у тому випадку, коли до Землі будуть застосовані астрофізичні методи досліджень. Для цього необхідно запровадити комплексні спостереження зі станцій, винесених далеко за межі земної поверхні (наприклад, на поверхню Місяця чи в одну з лагранжевих точок), які дозволять виконувати дослідження Землі «як зірки». Приведено основні методи спостережень та прилади, необхідні для таких досліджень.

Сейчас известны альтернативные механизмы [2, 3] изменения концентраций стратосферного озона (вариации хлор- и фторсодержащих фреонов, с одной стороны, и аэрозоли — с другой) и теплового режима приземного слоя [4] (парниковый эффект и увеличение мощности поглощенной земной поверхностью солнечной энергии). Учет возможных последствий глобального потепления и ослабления мощности озонового слоя заставляет мировую общественность принимать межгосударственные соглашения о приостановлении развития этих опасных явлений, которые ограничивают производственную деятельность и сопряжены с огромными финансовыми затратами. Поэтому при их принятии необходимо точно знать причины возникновения того или иного экологического явления, для чего необходимо получить высокоточные наблюдательные данные о спектральных отражательных свойствах земного шара в целом.

Для оценки эффекта изменения спектральной отражательной способности всей Земли полностью отсутствуют экспериментальные данные, а получить их возможно только в том случае, когда к Земле будут применены астрофизические методы исследований. Для этого необходима постановка комплексных наблюдений со станций, вынесенных

далеко за пределы земной поверхности (например, поверхность Луны или одна из лагранжевых точек), которые позволят выполнять комплексные исследования Земли «как звезды».

Необходимые данные могут быть получены с помощью перечисленных ниже экспериментов.

1. Низкодисперсные (с разрешением $\Delta\lambda = 50...100$ нм) спектрофотометрические измерения всего диска Земли в диапазоне длин волн $\lambda\lambda = 200...3000$ нм при фазовых углах $0-180^\circ$ позволят определить спектральные значения видимого и сферического альбедо. Для точного контроля за изменением $T_{эф}$ во времени погрешность этих оценок не должна превышать 0.1 %. Для таких измерений следует использовать низкодисперсный спектрофотометр или фильтровый фотометр с несколькими приемниками излучения для перекрытия необходимого спектрального диапазона. Из-за необходимости получить фазовую зависимость блеска Земли наблюдения могут быть выполнены с лунной базы [1], но не с точек Лагранжа, которые позволяют проводить наблюдения только при одном фиксированном значении фазового угла.

2. Для регистрации количества излучаемой в открытый космос тепловой энергии и вертикального профиля температуры необходимо выполнять

радиометрические измерения в ИК-диапазоне длин волн 4—40 мкм как с лунной базы, так и с Лагранжевой точки. Для этого можно использовать низкодисперсный радиометр с несколькими приемниками излучения, которые позволят перекрыть весь требуемый спектральный диапазон.

3. Для мониторинга за изменением химического состава атмосферы необходимо с лунной базы или с точки Лагранжа L1 выполнять высокодисперсную спектрофотометрию в диапазоне 1—15 мкм со спектральным разрешением не хуже 2 см^{-1} .

4. Для оценки спектральных значений комплексного показателя преломления, параметров функции распределения по размерам и оптической толщины аэрозоля в верхних слоях земной атмосферы необходимо выполнять спектрополяриметрические измерения в диапазоне длин волн 220—300 нм. Этот диапазон выбран из тех соображений, что здесь озоновый слой полностью отсекает влияние земной поверхности и даже тропосферы на свойства отраженного излучения. Для таких наблюдений необходимо оснастить лунную базу простым ультрафиолетовым спектрополяриметром с дисперсией около 5—20 нм. Точки Лагранжа здесь не подходят из-за невозможности получить фазовую зависимость поляризационных свойств отраженного от стратосферы излучения.

5. Мониторинговые измерения распределения энергии в спектре Солнца лучше всего проводить в точке Лагранжа L1. Эта точка расположена в полутора миллионах километров от Земли между Солнцем и нашей планетой. Точка L1 весьма удобна для размещения в ней исследовательской станции, поскольку расположена вне пределов земной магнитосферы, позволяет беспрепятственно наблюдать за Солнцем, и требует минимального числа маневров для того, чтобы сохранять заданную орбиту. Именно здесь легче всего сориентировать станцию так, чтобы одна ее часть все время была обращена к Солнцу (солнечные батареи и высокодисперсный спектрометр), а другая — на Землю (еще один высокодисперсный спектрометр, описанный в п. 3).

Точка L1 стратегически весьма важна еще и потому, что находится как раз на пути следования солнечной энергии к Земле. А значит, можно непосредственно регистрировать возможные изменения на Солнце и на нашей планете, которые могут быть вызваны вариациями потока солнечного излучения.

1. Мороженко А. В. Лунная база: Мониторинг глобальных изменений на Земле // Сборник тезисов Первой Украинской конференции по перспективному космическому исследованию. — 2001.—С. 31.
2. Мороженко О. В., Шаврина А. В., Велесь А. А. Роль стратосферного аэрозоля у формуванні озонового шару // Кинематика и физика небес. тел.—2000.—16, № 4.—С. 364—368.
3. Мороженко О. В., Шаврина А. В., Велесь А. А. Концепція моніторингу газового та аерозольного забруднення земної атмосфери (для висот більше 30 км) з борту Міжнародної космічної станції // Космічна наука і технологія.—2001.—6.—№ 2/3.—С. 69—76.
4. Hansen J. Climat Forsings and Feedbacks // Long-Term Monitoring of Global Climate Forsings and Feedbacks: NASA Conf. Publ. 3234. — New York, 1992.—P. 6—12.

APPARATUS FOR THE MONITORING OF GLOBAL CHANGES ON THE EARTH FROM STATIONS ON THE MOON OR FROM A SATELLITE IN ONE OF THE LAGRANGIAN POINTS

A. V. Morozhenko, A. P. Vid'machenko

Taking into account possible consequences of global warming and ozone layer weakening induces world's public to take interstate agreements on production activity restriction. This involves enormous financial expenses. Hence, it is necessary to know the reasons of the occurrence of one or other ecological phenomenon in taking the agreements. For this purpose, high-accuracy observational data on spectral reflective characteristics of the Earth as a whole are required. Only when astrophysical methods are applied to the Earth investigation can effects caused by the Earth's spectral reflectance change be estimated. With this aim in view, complex observations from stations placed well beyond the terrestrial surface (for instance, on the Moon's surface or in one of the Lagrangian points) are required. This will allow one to perform the complex studies of the Earth as a starlike object. The main methods of the observations and instruments necessary for studies of this sort are listed.