

УДК 551.510.53 + 616.153.915-39-07 (575.2) (04)

ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ

К.А. Каримов – докт. физ.-мат. наук, проф.

Р.Д. Гайнутдинова – канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.

Г.А. Захаров – докт. мед. наук, проф.

Issues of the research of environmental factors influencing the people health with provision for regional peculiarities are considered. The authors discuss a mechanism of connection in a system "geosphere-biosphere", where a considerable role is given to upper atmosphere and variations of geophysical field parameters. They present the outcomes of magnetic storm researches influencing progressing of some chronic diseases at mid altitudes of the Kyrgyz Republic.

Влияние гелиогеофизических факторов на организм рассмотрено во многих работах. Проблема воздействия космических факторов на земные явления начала разрабатываться в 20–30-е годы прошлого столетия известными учеными А.Л. Чижевским и В.И. Вернадским [1, 2]. Биосфера рассматривалась как область земной коры, занятая "...трансформаторами, переводящими космическое излучение в действительную земную энергию" – электрическую, химическую, тепловую и т.д. [1]. В [2] впервые было показано, что многочисленные функциональные и органические нарушения в жизнедеятельности и развитии биологических систем обуславливаются комплексом возмущений во внешней физико-химической среде, который имеет своим источником физические воздействия космического пространства и деятельности Солнца. Было установлено, что помимо зависимости органического мира от солнечной активности существует еще некая взаимосвязанность и взаимодействие различных областей биосферы между собой, регулируемые этой солнечной активностью.

Имеющиеся данные о регионах сброса химических, токсических и радиоактивных отходов в Кыргызстане свидетельствуют о быст-

ром нарастании реальной экологической угрозы [3]. Характер воздействий экологически неблагоприятных комплексов, нормального и повышенного естественного радиационного фона на организм в сочетании с факторами горного климата практически не изучен.

Влияние внешних воздействий на геосферу и биосферу

Исследования влияния космических факторов на геосферу и биосферу тесно связаны с проблемой солнечно-земных и геосферно-биосферных связей. Эти факторы играют активную роль в жизни на Земле, среди которых главным источником энергии является Солнце. Многолетние исследования показали, что колебания потока солнечной энергии малы по сравнению с полной величиной потока, но даже эти незначительные колебания могут привести к значительным изменениям в системе "атмосфера–гидросфера–биосфера" [4].

Исследования солнечно-биосферных связей могут проводиться путем физико-статистического анализа экспериментальных данных в системе "Солнце–биосфера", либо построением эмпирических моделей системы "Солнце–геосфера–биосфера" на основе конкретных физических механизмов воздействия.

Реакцию биосферы на внешние воздействия выделить трудно из-за ее естественного взаимодействия с другими оболочками Земли. Поэтому для решения этой задачи необходимо выявить наиболее четко взаимодействующие составляющие с учетом геоэффективности солнечных процессов и изменчивости во времени периодических вариаций параметров в системе "геосфера–биосфера" [5, 6].

В ряду задач солнечно-биосферных связей особое значение отводится внешним оболочкам геосферы – магнитосфере и верхней атмосфере Земли, играющим роль защитного экрана от губительного солнечного излучения [7, 8].

Верхняя атмосфера регулирует значительную часть солнечной энергии, поступающей в систему геосфера–биосфера, в свою очередь, солнечная энергия формирует состав, динамику и радиационные свойства атмосферы [7].

Таким образом, верхняя атмосфера является динамически активной областью "обработки входных переменных", в которых энергия, поступающая сверху вниз, приводит к изменениям, а их воздействие распространяется в выше- и нижележащие слои [8]. Большинство направленных вниз воздействий весьма слабо, и их изучение является особой задачей. Эти воздействия имеют определенную значимость, если учесть, что для системы "геосфера–биосфера" характерны нелинейность и нестабильность процессов, а также наличие огромного количества свободной энергии, которая может вызывать макроскопические изменения при очень малых начальных возмущениях [4, 8].

В связи с тем, что в нижней атмосфере плотность энергии намного выше, чем в верхней, описать динамическое воздействие снизу вверх намного легче, чем сверху вниз. Однако экспериментальные данные свидетельствуют о том, что изменения в верхней атмосфере могут привести к изменениям в нижней атмосфере, соответственно, они могут повлиять и на другие оболочки Земли, т.е. лито-, гидро- и биосферу [4].

Влияние гелиогеофизических факторов на организм человека

Его можно рассматривать как элемент взаимодействия в системе "геосфера-биосфера". Известно, что различные виды заболеваний носят региональный характер, зависят от

физико-географических условий. Имеются экспериментальные данные о том, что аномальные районы заболеваний являются одновременно аномальными в отношении геомагнитных и гравитационных полей. Исследования таких районов с целью выявления особенностей геофизических полей могло бы объяснить высокий уровень заболеваемости некоторыми болезнями в отдельных регионах [8], хотя и наблюдается различное проявление действия солнечной активности в зависимости от особенностей магнитных и гравитационных аномалий. Исследования в этом направлении позволили бы с учетом солнечной активности разработать рекомендации по определению благоприятных или неблагоприятных периодов и районов в зависимости от характера заболеваний.

В последние годы появились работы, где предлагаются механизмы воздействия гелиогеофизических факторов на человеческий организм. Это в основном низкочастотные колебания от 0,1 до десятков Гц электромагнитной и акустической природы, которые нарушают ритмику биоэлектрических процессов в организме человека [4, 9–11].

На основе обширного эмпирического материала за несколько десятков лет исследователями был сделан очень важный вывод о том, что гелиогеофизические факторы оказывают не энергетическое воздействие на биосферу, а *информационное* [4]. Поскольку характерной чертой биосистем являются биоритмы, определяющиеся как внутренними, так и внешними факторами, то изменения внешних факторов с малой амплитудой могут оказывать резонансный эффект и существенно влиять на организм. Накопленный в хронобиологии опыт убедительно свидетельствует о том, что многие биоритмы в значительной степени синхронизируются гелиогеофизическими периодическими возмущениями соответствующих периодов. Но пока еще не создан механизм, объясняющий прямое воздействие ритмических изменений гелиогеофизических факторов на биологические схемы.

Роль магнитосферы, как внешней оболочки геосферы, заключается во взаимодействии с солнечной плазмой и передаче энергии в периоды возмущений. В механизме передачи

этой энергии большую роль играет ионосфера [8]. Именно состоянием ионосферной плазмы в значительной мере контролируется пространственно-временное и спектральное распределение электромагнитного поля от долей герца до 30 МГц [9]. В последние годы на основе экспериментальных и модельных исследований учеными проводилось изучение влияния электромагнитного фона в радиодиапазоне 0,1 Гц – 30 МГц на окружающую среду и человека [9, 12].

В связи со спецификой медико-биологических данных (сильная зашумленность: социальный фон, искусственные электромагнитные поля и т.д.) зачастую приходится иметь дело с ограниченными во времени рядами. Такие ряды трудно подвергать физико-статистическому анализу и получать статистически значимые результаты.

Для анализа таких коротких временных рядов наиболее перспективным является метод максимальной энтропии [8]. Он позволяет описать реальные процессы и ритмы, отражающие ритмическую структуру процессов, степень их выраженности и изменчивость во времени. При таком подходе возможно решить задачу обнаружения определенного влияния одного ритмического процесса на другой, в частности, вариаций гелиогеофизических факторов на биоритмы живых систем.

Выявление и исследование особенностей геофизических полей в регионе – одна из основных задач, которую необходимо решать в первую очередь. Это позволит провести районирование региона по характерным заболеваниям и разработать рекомендации по определению благоприятных и неблагоприятных периодов и районов в зависимости от характера заболеваний с учетом влияния гелиогеофизических факторов.

Поскольку основная часть населения Кыргызстана проживает в условиях среднегорья и высокогорья, т.е. в регионах с экстремальной средой обитания, то для периодов, неблагоприятных по гелиогеофизическим факторам, должно быть разработано медикаментозное лечение и меры по профилактике заболеваний с учетом геофизических особенностей региона.

Исследования влияния изменяющихся гелиофизических параметров в районах Кыргыз-

стана с экстремальной средой обитания на жизнедеятельность и здоровье человека проводились как в экспедиционных, так и в стационарных условиях [8]. Использовалась методология диагностики геомагнитных возмущений и некоторые методы их прогнозирования. Прогнозирование геомагнитных возмущений строится по схеме: диагноз возмущения, его классификация и прогноз на период не более 5-7 суток.

Выявление влияния гелиогеофизических и метеорологических факторов, а также их комплексного воздействия на течение хронических заболеваний проводилось для двух групп людей, страдающих хроническими заболеваниями.

Первая группа людей отбиралась с хроническими заболеваниями легких – бронхиальной астмой и хроническим бронхитом, вторая группа – с сердечно-сосудистыми заболеваниями: гипертонической болезнью, вегето-сосудистой дистонией, ишемической болезнью сердца, инсультами. Проводились собственные измерения вариаций магнитного поля и анализировался уровень солнечной активности. В качестве параметров, характеризующих геомагнитные возмущения, рассматривались очень большие и умеренные магнитные бури с учетом характера их начала (внезапное или постепенное) и локальные возмущения.

По полученным экспериментальным данным был проведен анализ обострения указанных выше бронхолегочных и сердечно-сосудистых заболеваний человека. Экспериментально было показано, что возмущения в геомагнитном поле, происходящие спустя одни сутки после солнечных вспышек, приводят к обострению перечисленных выше хронических заболеваний [8].

Статистический анализ имеющихся данных позволил выявить в условиях Кыргызстана следующее:

- спустя одни сутки после вспышек отмечено резкое обострение гипертонической болезни и бронхиальной астмы;
- после мощных протонных вспышек на Солнце и высокой вспышечной активности среднего класса отмечалось возрастание показателей этих заболеваний в 1,4–1,6 раза.

Исследования, проведенные в последние годы в Кыргызстане и Казахстане, показали,

что не все солнечные вспышки и геомагнитные возмущения оказывают воздействие на биосферу, среду обитания и обострение хронических заболеваний человека. Был выделен класс геоэффективных солнечных вспышек и геомагнитных возмущений, оказывающих эффективное воздействие на процессы в ионосфере и атмосфере Земли, а также на живой организм [13–15].

В проблеме поиска геосферно-биосферных связей, так называемых биотропных факторов внешней среды и прогноза геофизически неблагоприятных периодов, связанных с геомагнитными бурями, перспективным подходом является поиск наиболее общих типов периодических вариаций, выявляемых из исследуемых процессов. При этом необходимо учитывать важнейшее свойство природных ритмических процессов – изменчивость во времени основных характеристик биоритмов и ритмических вариаций факторов внешней среды [16–19].

Практический выход указанных исследований сводится к разработке мер предупреждения от высоких уровней геомагнитных возмущений, их возможных последствий для окружающей среды.

Воздействие неблагоприятных экологических факторов на организм

Достаточно широко известно, что при действии ионизирующей радиации наиболее радиочувствительным процессом является процесс свободно-радикального окисления жирных ненасыщенных кислот. Ионизирующая радиация даже в малых дозах оказывает неблагоприятное влияние и на адаптационные процессы в системе крови [3, 20–22]. Совместное действие радиации на живой организм с другими факторами отличается от реакций, обусловленных только облучением. Как показали наши более ранние исследования, совместное воздействие факторов высокогорья (2600 м над ур. м.) и повышенного в 2–2,5 раза радиационного фона оказало влияние на физиологические функции организма, в том числе на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и свертывание крови [3, 23].

Опыты были проведены на 34 половозрелых белых крысах массой от 140 до 170 г [24, 25]. 1 серия – в условиях низкогогорья (г. Бишкек, 760 м над ур. м.), 2 серия – в условиях

среднегорья на высоте 1650–1900 м над ур. м. Исследования проводили на трех группах животных: группа 1 (п. Кашка) 15 суток, группа 2 – 30 суток и группа 3 – 45 суток. Радиационный фон составлял 35–36 мкр/час. В качестве контрольной группы использованы крысы, находившиеся при нормальном радиационном фоне 16–18 мкр/час в условиях низкогогорья.

Было проведено исследование состояния перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности ключевых ферментов (АОЗ) – супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы, а также состояние свертывающей системы крови (ССК). В тканях сердца, легких и печени оценивалось состояние ПОЛ по концентрации диеновых конъюганов ДК и оснований Шиффа – ШО. В эритроцитах определяли МДА – малоновый диальдегид.

О состоянии ключевых ферментов исследуемых органов и тканей судили по активности ферментов СОД и каталазы. Были проведены исследования состояния ПОЛ и системы свертывания крови в условиях среднегорья при нормальном и повышенном радиационном фоне. Исследования ПОЛ у крыс после месячной адаптации к условиям среднегорья при нормальном радиационном фоне выявило увеличение в 2,5 раза содержания МДА в эритроцитах (меньше 0,001). Уровень ДК в сердце, легких и печени не изменился. Обнаружена обратная пропорциональная зависимость изменений уровня ШО в условиях низко- и среднегорья. В условиях среднегорья содержание оснований Шиффа в сердце становится самым высоким – в 2,6 раза выше контроля. В печени увеличения этих показателей не наблюдалось. Таким образом, пребывание крыс в условиях среднегорья при нормальном радиационном фоне сопровождается умеренной активацией ПОЛ с увеличением вторичных продуктов.

При исследовании состояния АОЗ в ткани сердца отмечалось увеличение активности СОД на 20% выше нормы, хотя уровень каталазы несколько понижался. Особенно значительное снижение наблюдалось в легких.

Пребывание крыс в условиях среднегорья (2 серия опытов) при повышенном радиационном фоне вызывает увеличение уровня ДК во всех исследуемых органах. Наибольшее увеличение ДК наблюдалось в печени: в 3–4 раза

больше нормы. В сердце признаки активации ПОЛ выражены в меньшей степени по сравнению с другими органами: уровень ДК в 1,5–1,8 раза выше нормы. Содержание ДК в легких занимает промежуточное положение, превышая в 2–2,9 раза норму. Уровень МДА в эритроцитах превышал контрольные значения в 4 раза в начальные сроки опыта и в 3,3 раза в конце срока наблюдения.

Исследования АОЗ в сердце, легких и печени показали, что активность СОД и каталазы снижались на 15-е сутки исследования.

При сравнительном анализе состояния ПОЛ и системы АОЗ у крыс, находившихся в течение месяца в экологически разных районах среднегорья, были обнаружены достоверные различия в уровне ДК во всех исследуемых органах и МДА эритроцитов. Одновременно происходит снижение активности каталазы и СОД в печени и некоторое снижение активности этих ферментов в сердце у опытной серии в среднегорье по сравнению с контрольной группой.

В условиях среднегорья при нормальном радиационном фоне в крови наблюдаются гипокоагуляционные сдвиги в ССК и увеличение на 70% фибриногена. При повышенном радиационном фоне отмечалось состояние выраженной гипокоагуляции. Одновременно происходило снижение фибриногена в 2 раза. Сравнение показателей ССК для разных групп показало существенное снижение свертывающего потенциала крови у опытной группы среднегорья.

Вместе с тем были проведены опыты (поселок Кара-Куджур Кочкорского района, 2600 м над ур. м.) на 40 белых крысах, находившихся в горах в мае в течение 15 дней. Естественный радиационный фон составлял 30–36 мR/час. Контрольные исследования были проведены в г. Бишкек при естественном радиационном фоне 15–18 мR/час.

После пребывания в горах активизировалось состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ). Уровень диеновых конъюгатов в сердце, легких, печени, мозгу увеличился в 1,6–1,8 раза, содержание шиффовых основа-

ний возросло в 6–7,5 раза, а уровень МДА в эритроцитах крови увеличился в 4,2 раза. Наблюдалась значительная гипокоагуляционная изменения крови, о чем свидетельствовало изменение процента максимальной свертывающей активности толерантности плазмы к гепарину и содержание фибриногена, увеличение времени рекальцификации, ослабление фактора XIII, увеличение продуктов деградации фибриногена.

Повышалась активность гипофизарно-надпочечниковой системы, а тиреоидной – снижалась. Развивались признаки вторичной недостаточности иммунной системы: снижалось розеткообразование, количество Т-клеток, активность лизоцима, фагоцитарная активность, активность гранулоцитов. Нарушалось взаимодействие процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

На основании исследований определены гелиогеофизические параметры, характеризующие условия среды обитания и экологическую ситуацию в Кыргызстане. Разработаны научные основы прогноза обострения хронических заболеваний человека в регионах с экстремальной средой обитания.

Спектральный анализ временных рядов параметров гелиогеофизической активности и показателей обострения хронических заболеваний человека в условиях среднегорья Кыргызстана выявил общие периодичности в вариациях исследуемых параметров, которые изменяются в пределах от нескольких суток до нескольких месяцев.

Установлено воздействие гелиогеофизических факторов на течение и исход ряда хронических заболеваний человека в горных условиях Кыргызстана. Прослежена связь периодического обострения этих заболеваний с аномальными вариациями электромагнитных полей и уровнем солнечной активности.

Пребывание крыс в условиях среднегорья при повышенном радиационном фоне вызывает наибольшую активацию ПОЛ, особенно в печени. При этом происходят выраженные гипокоагуляционные сдвиги. По сравнению с животными в условиях нормального радиационного фона у опытных крыс происходят более выраженные изменения ПОЛ и гипокоагу-

ляции, что обусловлено совместным действием повышенного радиационного фона и факторов среднегорья.

Выявлено, что даже небольшие изменения экологической обстановки в условиях высокогорья, в частности, естественного уровня радиационного фона, вызывают существенные сдвиги в организме, ранними проявлениями которых являются изменения ПОЛ, гемокоагуляции, нервной и эндокринной систем, иммунологического статуса.

Литература

1. Вернадский В.И. Биосфера: Очерки первый и второй. – Л., 1926. – 142 с.
2. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1976. – 367 с.
3. Karimov K.A., Gainutdinova R.D. and Zakharov G.A. Effects of Unfavorable Environmental Impact in High Altitude Conditions, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Human Monitoring for Genetic Effects. 23-27 June 2002, Krakow, Poland. – IOS Press, Amsterdam, Netherlands, NATO Science Series I: Life and Behavioural Sciences. – 2003. – Vol. 351, P. 58–63.
4. Международная геосферно-биосферная программа "Глобальные изменения". – М., 1987. – 95 с.
5. Владимирский Б.М. Биологические ритмы и солнечная активность. Проблемы космической биологии. – М.: Наука, 1980. – Т. 41. – С. 289–315.
6. Агаджанян Н.А. Ритмы жизни и здоровье. – М.: Знание, 1975. – 95 с.
7. Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.И. Солнце и атмосфера Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 352 с.
8. Гайнутдинова Р.Д., Каримов К.А. Параметры гелиогеофизической активности и окружающая среда // Экология Кыргызстана: проблемы, прогнозы, рекомендации. – Бишкек: Илим, 2000. – С. 101–112.
9. Колесник А.Г. Электромагнитный фон и его роль в проблеме охраны окружающей среды и экологии человека // Изв. вузов. Физика. – 1998. – № 8. – С. 102–112.
10. Акляринский Б.С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе. – М.: Наука, 1983. – 24 с.
11. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Бреус Т.К., Иванова С.И. Солнечно-биосферные связи, биоритмы и некоторые вопросы внутренней медицины. (Методологические аспекты) // Терапевтический архив. – 1987. – Т. 57. – № 3. – С. 23–25.
12. Колесник А.Г., Бородин А.С., Колесник С.А. и др. Проблемы электромагнитной экологии // Тез. докл. междунар. конф. "Фундаментальные и прикладные проблемы охраны окружающей среды". – Т. 1. – Томск: Изд. ТГУ, 1995. – С. 55–57.
13. Каримов К.А., Дробжев В.И., Солоницына Н.Ф., Гайнутдинова Р.Д. О некоторых ионосферно-магнитосферных и атмосферных эффектах, связанных с сейсмотектоническими процессами в Казахстане и Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1990. – 30 с.
14. Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д. Исследование региональных особенностей в характере проявлений солнечно-биосферных связей в районах с экстремальной средой обитания // Тез. докл. междунар. конф. "Фундамент. и прикл. проблемы охраны окружающей среды". 12–16 сент. 1995 г. – Томск, 1995. – С. 50–51.
15. Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д. Частотный спектр колебаний в электромагнитных полях и показатели обострения сердечно-сосудистых и бронхолегочных заболеваний человека // Тез. докл. междунар. конф. по физике солнечно-земных связей. – Алматы, 1994. – С. 69–70.
16. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни. Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. – М.: Мысль, 1995. – 768 с.
17. Дерепина Н.Р., Мошкин М.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 206 с.
18. Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д., Каримов А.К. К вопросу прогноза геомагнитных возмущений и его прикладных аспектов // Тез. докл. междунар. конф. "Современные проблемы физики и высокие технологии". – Томск, 2003. – С. 383.
19. Гайнутдинова Р.Д., Каримов К.А. Региональные геофизические параметры и солнечно-биосферные связи // Материалы междунар. конф. "Телекоммуникационные и вычислительные системы: состояние и перспективы развития", г. Бишкек, 11–12 сентября 2002 г. – Бишкек, 2003. – С. 168–173.
20. Захаров Г.А., Ильина Л.Л. Состояние гемокоагуляции у крыс, находившихся в условиях

- высокогорья при повышенном радиационном фоне // Итоги и перспективы развития современной медицины в контексте XXI века. – Бишкек, 1998. – С. 80–85.
21. *Karimov K.A.* Programme on radiation safety of the population and the environment, liquidation of the consequences of the radiation impact, Nuclear Tests: Proceedings of the NATO ARW on Long-Term Consequences of Nuclear Tests for the Environment and Population Health (Semi-palatinsk/Altai Case Study). Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, NATO ASI Series 2: Environment. – 1998. – Vol. 36. – P. 2–5.
22. *Karimov K.A. and Gainutdinova R.D.* Environmental changes within Kyrgyzstan, Proceedings of the NATO ARW on Environmental Change, Adaptation and Security. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series 2: Environment. – 1999. – Vol. 65. – P. 201–204.
23. *Захаров Г.А., Ильина Л.Л.* Влияние повышенного радиационного фона на гемокоагуляцию в условиях средне- и высокогорья // Изв. НАН КР. – 1999. – № 4. – С. 32–36.
24. *Захаров Г.А., Горохова Г.И., Каримов К.А., Исаев Т.И., Шаршембиева И.* Ранние признаки повреждения в организме при экологически неблагоприятных условиях в высокогорье // Тез. докл. междунар. конф. "Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке". - Бишкек, 1996. – С. 477–478.
25. *Захаров Г.А., Ильина Л.Л. и др.* Изменения ПОЛ и свертывания крови в среднегорье и повышенном уровне радиации // Патолофизиология. – 2002. – № 1. – С. 103–104.