

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЗНАЧЕНИЙ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ,
ВЫЗВАННОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА
ОТ ГЕЛИОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ**

На основании статистического анализа данных солнечной и геомагнитной активности исследуется зависимость показателей здоровья населения стран западной и восточной Европы от гео- и гелиофизических факторов.

Ключевые слова: солнечная активность, геомагнитные поля, здоровье населения, смертность, ишемическая болезнь сердца.

L.V. Kazantsev
V.V. Stupin

**DEPENDENCE OF INDICATOR VALUES OF CORONARY HEART
DISEASE MORTALITY ON HELIOMAGNETIC ACTIVITY**

Basing on a statistic analysis of data on solar and geomagnetic activity, the authors study the dependence of people's health indicators in Western and Eastern Europe on geo- and helio-physical factors.

Keywords: solar activity, geomagnetic fields, people's health, mortality, coronary heart disease.

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются основной причиной смертности и инвалидности во всем мире. По данным Российского статистического ежегодника, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации составляет примерно 58% от общей структуры смертности, что в несколько раз выше, чем в развитых европейских странах [4]. Ежегодно от сердечно-сосудистых заболеваний в нашей стране умирает более 1,2 млн чел. Похожая ситуация наблюдается в Украине, Казахстане, Кыргызстане, Республике Молдова. Ведущая роль в структуре смертности от сердечно-сосудистых заболеваний принадлежит ишемической болезни сердца (ИБС) — 35%.

Определенные успехи в области сердечно-сосудистых заболеваний, в основном, обусловлены выделением ряда морфологических, клинических, электрофизиологических, метаболических и генетических предикторов внезапной коронарной смерти [3]. В то же время, ряд аспектов этого фатального состояния нуждается во всестороннем уточнении. Так, остается малоизученной патофизиологическая и клиническая значимость для течения ИБС и развития ее фатальных осложнений геомагнитных возмущений, а также солнечной активности, которые, по мнению многих исследователей, участвуют в возникновении, течении и исходе заболеваний [2; 7].

Доказано наличие причинной связи между магнитными возмущениями и развитием гипертонических кризов, мозговых инсультов и их летальными исходами. При повышенной геомагнитной активности регистрируются достоверные изменения системы гомеостаза и показателей микроциркуляции крови [1].

Однако остается недостаточно освещенным вопрос нахождения механизма влияния гео- и гелиофизических факторов на больных ИБС, т.е. нет математической модели, позволяющей прогнозировать показатели сердечных приступов в зависимости от внешних геомагнитных факторов.

Целью нашего исследования является нахождение структуры и законов поведения биологической системы как «черного ящика» при известных входных и выходных сигналах. Задача состоит в изучении достоверности физических механизмов воздействия вариаций солнечной активности и связанных с ней вариаций геофизических полей на здоровье людей. В качестве «черного ящика» рассматривался организм человека в целом, исследования устанавливали связь между входными (гео- и гелиофизическими) и выходными (биологическими) сигналами.

Для решения поставленных задач в исследовании использовались индексы солнечной и геофизической активности и показатели здоровья населения (заболеваемость, смертность). Данные характеристик солнечной активности были получены с Интернет-сайта Мирового центра данных [6].

Для исследования показателей здоровья населения была использована европейская база данных «Здоровье для всех», которая содержит большой массив основных статистических данных по здравоохранению (показателей) для пятидесяти трех государств-членов Европейского региона ВОЗ и обеспечивает простой и оперативный доступ к этим данным [6].

База содержит данные с различными показателями здоровья населения по разным возрастным группам и поставляется с программой DPS (система представления данных), которая предназначена для решения задач выбора, визуализации и экспорта данных. Для детализации некоторых данных по Российской Федерации использовался Российский статистический ежегодник за 2010 г.

На основе имеющейся информации проводился анализ влияния солнечной активности и геофизических факторов на показатели здоровья методами: корреляции, регрессии, графического анализа.

По группе показателей «заболеваемость, инвалидность и госпитализация» не выявлено связи с влиянием солнечной активности. Однако по параметру «смертность» для показателя «ишемическая болезнь сердца лиц старше 65 лет без дифференциации по половому признаку» и числами Вольфа W , средним значением вариации магнитного поля Земли Ap , осесимметричной относительно геомагнитного диполя компоненты возмущенного магнитного поля DST выявлена корреляционная зависимость (табл. 1).

Таблица 1

Корреляция между показателями «стандартизованный по возрасту коэффициент смертности для случаев внезапной ненасильственной смерти» (КСК) и индексами Ap , W , DST

Корреляция	Страны				
	Албания	Кыргызстан	Российская Федерация	Словакия	Украина
Ap	0,75	0,78	0,84	0,82	0,80
W	0,25	0,42	0,42	0,73	0,55
DST	-0,69	-0,90	-0,75	-0,86	-0,85

Был осуществлен регрессионный анализ и проверены факторы Ap , W , DST на статистическую значимость. Результаты расчетов для Российской Федерации приведены в табл. 2.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа (КРА)
с тремя переменными

Фактор	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
Y-пересечение	1 908,110	143,12	13,33
W	- 0,079	0,62	- 0,12
DST	- 9,815	13,53	- 0,72
Ap	21,654	11,76	1,84

Для проверки гипотезы статистической значимости использовался t-критерий Стьюдента. Так как t-статистика показателей W ($t = -0,12$) и DST ($t = -0,72$) оказалась значительно меньше критической ($t_{кр} = 2,57$) при $p = 95\%$ (где p — уровень значимости; $t_{кр}$ — табличное значение t-статистики для соответствующего уровня значимости). Из модели был исключен параметр W.

Видно, что показатель DST так же не значим ($t = 0,81$), однако, t-статистика фактора Ap увеличилась ($t = 2,012$).

После исключения из модели DST, t-статистика показателя Ap увеличилась до 4,15, что говорит о его значимости. При этом R-квадрат равен 0,71. Зависимость СКС от Ap-индекса можно представить следующим уравнением:

$$СКС = 1\,980,393 + 28,305 \cdot Ap. \quad (1)$$

Динамика Ap-индекса и СКС для остальных стран представлена на графиках с различным масштабом шкалы СКС (рис. 1).

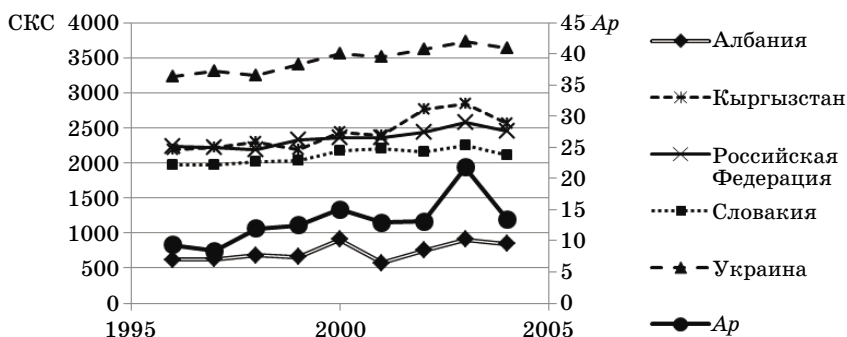


Рис. 1. Индекс солнечной активности Ap и показатель смертности от ишемической болезни сердца возрастной группы старше 65 лет

Ошибка аппроксимации A определялась по формуле:

$$A = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| \cdot 100\%, \quad (2)$$

где n — число наблюдений; y — фактические значения; \hat{y} — предсказанные значения.

Подставляя в формулу (2) значения, рассчитанные с помощью уравнения (1), получаем $A = 1,95\%$. Так как $A < 5\%$, можно сказать, что регрессионная модель (1) в достаточной степени может объяснить влияния геомагнитной активности (Ap-индекс) на СКС (показатель смертности от ишемической болезни сердца населения старше 65 лет).

Предсказанные значения приведены в табл. 3 и на рис. 2.

Построим прогноз влияния солнечной активности на показатель СКС с 2005 до 2009 г. и сравним предсказанные значения со статистическими показателями за 2005–2008 гг. Результаты представлены на рис. 3.

Фактические значения оказались выше предсказанных, но не вышли за границы прогноза.

Таблица 3

Значения СКС построенной модели

Год	СКС	Предсказанное СКС	Остатки
1996	2 236,01	2 244,838	– 8,828
1997	2 221,52	2 218,368	3,152
1998	2 187,37	2 319,271	– 131,901
1999	2 329,30	2 334,734	– 5,433
2000	2 358,98	2 406,021	– 47,041
2001	2 359,87	2 346,266	13,604
2002	2 439,53	2 350,459	89,071
2003	2 584,49	2 596,296	– 11,805
2004	2 458,29	2 359,108	99,182

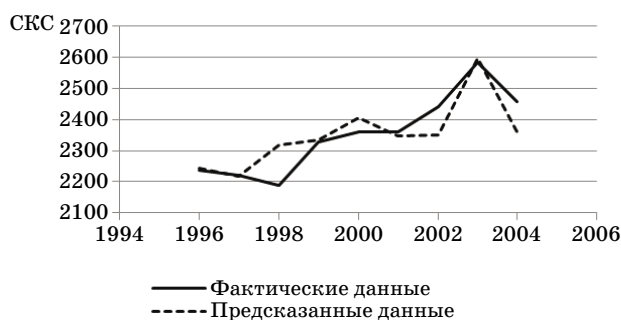


Рис. 2. График СКС фактических и предсказанных данных по Российской Федерации

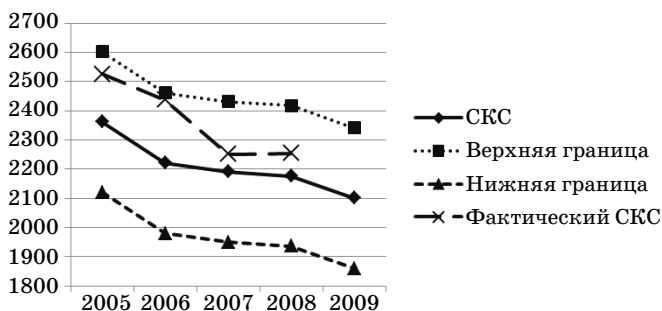


Рис. 3. График прогноза СКС смертности от ишемической болезни сердца от Ар-индекса на 2005–2009 гг.

К преимуществам данных медицинской статистики относится то, что показатель СКС (стандартизованный по возрасту коэффициент смертности для случаев внезапной ненасильственной смерти) может довольно четко реагировать на изменения солнечной активности, в масштабе года сохраняя тенденцию и сглаживая случайную смертность, не связанную с этой активностью.

Данные по показателям смертности являются наиболее полными и сопоставимыми. По группе показателей «заболеваемость, инвалидность и госпитализация» не выявлено связи с влиянием солнечной активности. Однако по критерию «смертность» выявлена зависимость в группе таких стран как Россия, Украина, Словакия, Албания, Кыргызстан.

Построенная регрессионная модель в достаточной степени может объяснить влияние солнечной активности (Ар-индекс) на СКС (показатель

смертности от ишемической болезни сердца населения старше 65 лет). Не выявление подобной зависимости в развитых европейских странах можно объяснить более высоким уровнем современной медицины, позволяющим сократить число внезапных смертей как с помощью оперативных мер, так и благодаря проведению превентивных мероприятий.

Список использованной литературы

1. Горский Ф.К. О возможном механизме действия магнитного поля на сердечно-сосудистую систему / Ф.К. Горский // Здравоохранение Белоруссии. — 1974. — № 8. — С. 30–32.
2. Гурфинкель Ю.И. Оценки влияния геомагнитных бурь на частоту проявления острой сердечно-сосудистой патологии / Ю.И. Гурфинкель, В.П. Кулешова, В.Н. Ораевский // Биофизика. — 1998. — Т. 43, вып. 4. — С. 654–658.
3. Загорская Е.А. Состояние кортикоидной функции надпочечников у здоровых людей в условиях изменения геомагнитной активности / Е.А. Загорская, К.П. Андреев // Проблемы космической биологии. — 1982. — Т. 43. — С. 73–82.
4. Российский статистический ежегодник. 2010: стат. сб. / Росстат. — М., 2010. — 813 с.
5. Официальный сайт ВОЗ. — URL: <http://www.euro.who.int>.
6. Официальный сайт Мирового центра данных (World Data Centre). — URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/>.
7. Фролов В.А. О возможном механизме наступления внезапной сердечной смерти во время геомагнитной бури / В.А. Фролов, С.М. Чибисов, Е.А. Казанская // Патологическая физиология. — 1986. — № 3. — С. 31–33.

Referenses

1. Gorskii F.K. O vozmozhnom mekhanizme deistviya magnitnogo polya na serdechno-sosudistuyu sistemu / F.K. Gorskii // Zdravookhranenie Belorussii. — 1974. — № 8. — S. 30–32.
2. Gurfinkel' Yu.I. Otsenki vliyaniya geomagnitnykh bur' na chastotu proyavleniya ostroi serdechno-sosudistoi patologii / Yu.I. Gurfinkel', V.P. Kuleshova, V.N. Oraevskii // Biofizika. — 1998. — T. 43, vyp. 4. — S. 654–658.
3. Zagorskaya E.A. Sostoyanie kortikoidnoi funktsii nadpocheknikov u zdorovykh lyudei v usloviyakh izmeneniya geomagnitnoi aktivnosti / E.A. Zagorskaya, K.P. Andreev // Problemy kosmicheskoi biologii. — 1982. — T. 43. — S. 73–82.
4. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2010: stat. sb. / Rosstat. — M., 2010. — 813 s.
5. Ofitsial'nyi sait VOZ. — URL: <http://www.euro.who.int>.
6. Ofitsial'nyi sait Mirovogo tsentra dannyyh (World Data Centre). — URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/>.
7. Frolov V.A. O vozmozhnom mekhanizme nastupleniya vnezapnoi serdechnoi smerti vo vremya geomagnitnoi buri / V.A. Frolov, S.M. Chibisov, E.A. Kazanskaya // Patologicheskaya fiziologiya. — 1986. — № 3. — S. 31–33.

Информация об авторах

Казанцев Леонид Викторович — аспирант, ассистент, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск, e-mail: islimit@mail.ru.

Ступин Виталий Валерьевич — кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск, e-mail: svv@isea.ru.

Authors

Kazantsev Leonid Victorovich — post-graduate student, Chair of Computer Science and Cybernetics, Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: islimit@mail.ru.

Stupin Vitaliy Valeryevich — PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chair of Computer Science and Cybernetics, Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: svv@isea.ru.