



Носков С.Н.^{1,2}, Карелин А.О.³, Головина Е.Г.⁴, Ступишина О.М.⁵, Еремин Г.Б.¹

Оценка взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

³ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, Россия;

⁴ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», 192007, Санкт-Петербург, Россия;

⁵ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Россия

Введение. В последние годы особую актуальность приобретают вопросы влияния климатических факторов на состояние здоровья населения. При значительных колебаниях метеорологических условий происходит срыв механизмов адаптации. Это ведёт к нарушениям функционирования сердечно-сосудистой и центральной нервной систем.

Цель исследования — оценка взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с климатическими факторами, на основании имеющихся баз показателей земной и космической погоды и данных по частоте обращаемости населения за медицинской помощью.

Материалы и методы. Для анализа использовали базу данных обращаемости населения за медицинской помощью и вариации климатических факторов за период с 19.12.2005 по 31.12.2009 г. в Калининском районе г. Санкт-Петербурга. Общее число параметров внешней среды, включённых в исследование, — 237, количество обращений за медицинской помощью — 200 444. Для поиска дня максимального различия комплексов природных характеристик и медицинских событий применены элементы метода наложенных эпох и кластерного анализа.

Результаты. В данной работе апробирована модель оценки взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды. Проведены гендерный и сезонный анализы. Изучены временные зависимости. Полученные данные позволили сформировать перечень климатических показателей, влияющих на состояние здоровья населения.

Заключение. Выявлены наиболее значимые климатические показатели, связанные с ишемической болезнью сердца. Наиболее опасный сезон года — осень. У женщин более высока чувствительность к изменениям земной и космической погоды, чем у мужчин. Учёт вариаций космической погоды позволяет спрогнозировать изменение обращения за медицинской помощью за 2–5 дней в зависимости от учитываемых показателей, учёт вариации земной погоды — за 1 день.

Ключевые слова: природно-климатические факторы; причинно-следственная связь; здоровье; обращаемость населения за медицинской помощью

Для цитирования: Носков С.Н., Карелин А.О., Головина Е.Г., Ступишина О.М., Еремин Г.Б. Оценка взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (8): 775–781. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781>

Для корреспонденции: Носков Сергей Николаевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: sergeinoskov@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Носков С.Н. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Головина Е.Г., Ступишина Е.Г. — сбор и обработка материала, статистический анализ, написание текста; Еремин Г.Б. — подбор и анализ литературных источников; Карелин А.О. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 30.03.2021 / Принята к печати 09.07.2021 / Опубликована 31.08.2021

Sergej N. Noskov^{1,2}, Aleksandr O. Karelin³, Elena G. Golovina⁴, Olga M. Stupishina⁵, Gennadij B. Yeremin¹

Assessment of the relationship of the population's medical care with the factors of earth and space weather

¹North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St.-Petersburg, 195067, Russian Federation;

³I.P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation;

⁴Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, 192007, Russian Federation;

⁵St. Petersburg State University, St. Petersburg, 199034, Russian Federation

Introduction. In recent years, the influence of climatic factors on population health has become particularly relevant. With significant fluctuations in meteorological conditions, there is an overstrain and failure of the adaptation. This leads to disorders of the functioning of the cardiovascular and central nervous systems. The purpose of the study is to assess the relationship of the population's medical care with climatic factors, based on the available databases of indicators of Earth and space weather and data on the frequency of the population's medical care.

Material and Methods. For the analysis, we used a database of the population's access to medical care and variations of climatic factors from 19.12.2005 to 31.12.2009 in the Kalininsky district of St. Petersburg. The total number of environmental parameters included in the study was 237, and the number of requests for medical care was 2.444.

Results. In this paper, we tested a model for assessing the relationship between the population's access to medical care and Earth and Space weather factors. Gender and seasonal analysis were carried out. Time dependencies were studied. The obtained data allowed us to form a list of climate indicators that affect the health of the population.

Conclusion. The most significant climatic indicators associated with coronary heart disease were identified. The most dangerous season of the year is autumn. Women have a higher sensitivity to changes in Earth and Space weather than men. Accounting for variations in space weather allows predicting changes in medical treatment requests in 2-5 days, accounting for variations in the Earth's weather — in 1 day.

Keywords: natural and climatic factors; cause-and-effect relationship; health; appeal of the population for medical care

For citation: Noskov S.N., Karelin A.O., Golovina E.G., Stupishina O.M., Yeregin G.B. Assessment of the relationship of the population's medical care with the factors of Earth and Space weather. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100 (8): 775-781. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781> (In Russ.)

For correspondence: Sergej N. Noskov, MD, PhD, senior researcher of the Department of public health risk analysis of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: sergeinoskov@mail.ru

Information about authors:

Noskov S.N., <https://orcid.org/0000-0001-7971-4062> Yeregin G.B., <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435> Karelin A.O., <https://orcid.org/0000-0003-2467-7887>
Golovina E.G., <https://orcid.org/0000-0001-8080-5711> Stupishina O.M., <https://orcid.org/0000-0003-3926-4962>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution of the authors: Noskov S.N. — the concept and design of the study, editing; Golovina E.G., Stupishina E.G. — the collection and processing of the material, statistical analysis, writing a text; Yeregin G.B. — selection and analysis of literary sources; Karelin A.O. — editing of the final version of the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: March 30, 2021 / Accepted: July 9, 2021 / Published: August 31, 2021

Введение

Человек в процессе жизнедеятельности находится под непосредственным воздействием комплекса факторов среды обитания, в том числе и метеорологических условий земной и космической погоды. Изучение влияния этих факторов на состояние здоровья имеет возрастающий интерес как для науки, так и для практики.

Известно, что климатические факторы способны стать причиной заболеваний, повлиять на их течение, усугубить или способствовать излечению. Кроме того, природно-климатические условия определяют:

- особенности социальной, семейной и культурной сфер;
- правила землепользования и застройки территорий, инженерного обустройства жилых и общественных зданий;
- санитарно-эпидемиологические условия жизни и деятельности населения;
- особенности технологических процессов на производствах;
- адаптационные возможности, определяющие жизнеспособность человека в определённых условиях.

Важную роль играет приспособляемость людей к определённому климату, акклиматизация организма, его способность вырабатывать рефлексы терморегуляции, приводящие к устойчивости систем организма к климатическим условиям [1–13].

Современные представления о влиянии земной и космической погоды позволяют выстроить концептуальную модель взаимодействия человека с внешней средой, где функции всех органов и систем организма находятся в динамическом равновесии, а человек и его здоровье является центром этого взаимодействия. Причём взаимодействие человека с отмеченными факторами погоды имеет вид последовательности «космос-Солнце-Земля-человек» [14–18].

Для интегральной оценки влияния климатических факторов на здоровье населения необходимо использовать данные биометеорологии, медицинской климатологии и географии, физики атмосферы, Солнца, Земли и других дисциплин. Законодательной основой к изучению причинно-следственных связей между средой и здоровьем являются законы и положения федерального уровня*. На основе данных социально-гигиенического мониторинга (СГМ) формируется федеральный информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ). ФИФ СГМ представляет собой базу данных о состоянии здоровья насе-

ления и среды обитания человека позволяющую определить причинно-следственные связи между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека и прогноза медико-демографических показателей.

В настоящее время в Российской Федерации мониторинг за природно-климатическими факторами осуществляется Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ без учёта влияния космогеофизических факторов и метеорологических условий на состояние здоровья человека. В данной работе на основе математического моделирования определена взаимосвязь приоритетных показателей земной и космической погоды с частотой обращаемости населения за медицинской помощью.

Цель исследования — оценка взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с климатическими факторами на основании имеющихся баз показателей земной и космической погоды и данных по частоте обращаемости населения за медицинской помощью.

Материалы и методы

В целях выявления приоритетных показателей земной и космической погоды, оказывающих влияние на состояние здоровья, выполнена работа по моделированию/сопоставлению данных об обращаемости населения за медицинской помощью. Оценка проведена на территории обслуживания амбулаторно-поликлинического учреждения (АПУ) Калининского района г. Санкт-Петербурга. Для анализа использовали подготовленную базу данных обращаемости населения за медицинской помощью и вариации климатических факторов за выбранный период [22]. Общее количество проанализированных лет — 4 (2006–2009); количество зарегистрированных обращений за медицинской помощью в 2006 г. — 50 554, в 2007 г. — 49 958, в 2008 г. — 49 525, в 2009 г. — 50 407, общим числом 200 444. База содержит даты регистраций различных заболеваний с 19.12.2005 по 31.12.2009 г. Сортировка баз данных осуществлена с учётом классификатора МКБ-10, возраста, пола.

Всего за период анализа учтено 17 конкретных календарных сезонов — 5 зим, 4 весны, 4 лета, 4 осени. Для поиска дня максимального различия комплексов природных характеристик и медицинских событий применены элементы метода наложенных эпох и кластерного анализа.

Методологической основой обработки данных являлось математическое моделирование взаимосвязи медицинских событий (обращаемость за медицинской помощью) и природных факторов (метеогелиофизических параметров).

Внешняя среда рассматривается единым комплексом её характеристик, зарегистрированных одновременно

* «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ; Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

с интересующим конечным медицинским событием, которое тоже является результатом изменения комплекса характеристик различных внутренних систем человеческого организма. Причиной тому служит очевидная сложность обеих систем — системы природных факторов, с одной стороны, и организацией живого тела — с другой. Взаимодействие двух таких многопараметрических систем не может быть сведено к примитивному влиянию какого-то одного конкретного внешнего фактора (атмосферного давления, например) на состояние организма человека в целом. В свою очередь состояние организма человека, как и любой другой биосистемы, не может быть описано одной отдельной медицинской характеристикой (например, величиной артериального давления). Сложность построения адекватной модели обусловлена тем, что анализируемая система более высокого уровня «природная среда (климатические факторы) — здоровье населения» является диффузной, то есть в ней объективно затруднено разграничение действия различных переменных. В связи с этим достоверность модели, а следовательно, и точность прогноза зависят от качества информации, используемой при построении модели. Поэтому проводили исследование целостных комплексов параметров природной среды, соответствующих определённым целостным клиническим исходам (под которыми понимается результат конкретных изменений в организме человека — например, заболевание, выздоровление, что количественно, для исследуемой группы людей, проявляется в числе обращений к врачу). На территории обслуживания АПУ Калининского района г. Санкт-Петербург в период с 19.12.2005 по 31.12.2009 г. доля вклада в обращаемость связанной с болезнями системы кровообращения обращаемости по поводу ишемической болезни сердца (ИБС) составила 49,4%, что позволяет отнести данную нозологическую форму к маркерной (как наиболее часто встречающейся по отношению к другим и являющейся, по литературным данным [19–21], метеозависимым заболеванием). Поэтому она выбрана для учёта и анализа в нашем исследовании. Учёт медицинских событий проводили по следующим характеристикам:

- отсутствие регистрации конкретного заболевания;
- минимум количества регистраций конкретного заболевания;
- нормальное количество регистраций конкретного заболевания (медианное или в рамках срединного отклонения);
- нижний квартиль сезонного распределения регистраций конкретного заболевания;
- верхний квартиль сезонного распределения регистраций конкретного заболевания;
- максимум количества регистраций конкретного заболевания.

Рабочая схема представления природной среды (геофизических и метеорологических факторов), окружающей исследуемые биометеорологические объекты (людей), ориентируется на структуру солнечно-земных связей с точки зрения исследования их проявлений у поверхности Земли. Представляется удобным рассматривать эту структуру в виде следующей условной последовательности, ориентированной исключительно на положение изучаемых природных явлений в пространстве:

- вариации проявлений солнечной активности (СА) (глобальные вариации СА и вариации всплывающей компоненты СА);
- вариации характеристик процессов в околоземном космическом пространстве;
- вариации характеристик геомагнитного поля;
- вариации характеристик электрического поля атмосферы;
- вариации метеорологических характеристик.

Статистическое значение каждого параметра в данном исследовании считали независимой величиной и рассматривали как возможный фактор, воздействующий на человека. Общее число условно независимых параметров внешней среды, включённых в исследование, равнялось 237.

Исходя из предложенной схемы, сформирована структура изучаемого комплекса природных факторов. Такой комплекс состоит из 2 блоков — космической и земной погоды, разбитых на 5 перечисленных подблоков. Каждый из перечисленных блоков содержит в себе весь набор суточных статистических характеристик каждого из входящих в него факторов. Отправной гипотезой в данной работе является предположение о неизвестной преимущественной значимости какой-либо из суточных характеристик природного параметра для роли фактора, провоцирующего биометеорологическое явление (например, среднесуточное значение атмосферного давления и суточная его дисперсия). Таким образом, статистическая характеристика каждого природного параметра превращается в независимый и равноправный фактор (такой подход порождает большое число исследуемых характеристик природной среды).

Исследование проводили в локальных календарных сезонах, что позволяет учесть особенности, характерные для конкретного сезона конкретного года. Такие особенности могут возникать по причине:

- различия состояния атмосферы в разные годы;
- различия фаз солнечного цикла активности (фазы максимума, минимума, роста и падения активности).

Для того чтобы разнородные характеристики внешней среды можно было бы превратить в единый комплекс, применяли процедуру стандартизации значения характеристики на её сезонную медиану.

Результаты

Интервал наблюдений пришёлся в основном на конец фазы падения активности 23-го солнечного цикла Швабе–Вольфа, фазу минимума и самое начало фазы роста 24-го цикла (началом считается зима 2008–2009 гг. (декабрь–январь)).

Сравнение характеристик природной среды проводили в дни регистрации экстремальных событий «нет регистрации случаев ИБС ни в одной гендерно-возрастной группе» и «максимальное количество регистраций случаев ИБС» (в данном случае отсутствие регистрации условно считалось «хорошим» кардиособытием). Максимумы рассматривали отдельно для каждой гендерной группы. Событие без регистрации случаев ИБС в группах мужчин и женщин наблюдали в 15 из 17 сезонов.

Сравнение полных комплексов факторов природной среды в дни различающихся кардиособытий отдельно для группы женщин и для группы мужчин указывает на достоверное различие природной среды в эти дни. Однако в день события это различие было противоположным таковому в дни максимального различия как на всем интервале, так и на половинном для группы женщин; оно было менее достоверным для группы мужчин, хотя уровень значимости различия всё равно был достаточно высок: $p = 0,0402$.

Следовательно, можно предположить, что дни изучаемых событий находились на линии процесса смены состояния природной среды, так как максимальные различия комплекса погодных факторов наблюдались не точно в дни медицинских событий.

Изучение структуры этого различия (отдельно — по разным календарным сезонам и фазам солнечного цикла) показало, что в нём существует неоднородность: в одни сезоны и само различие, и его достоверность больше, в другие — меньше. Данные, показывающие это различие в разные конкретные сезоны для обеих гендерных групп в дни, когда такое различие было максимальным на половинном интервале наложенных эпох от (–5) дня до (0) дня, представлены в табл. 1.

Для того чтобы исключить влияние неучтённых характеристик окружающей среды и уменьшить долю неопределённости в статистическом анализе, исследования проведены в максимально однородных условиях, определяемых фазой цикла солнечной активности, календарным сезоном и полом людей исследуемой группы.

Таблица 1 / Table 1

Уровни значимости различия полных комплексов по критерию Краскела–Уоллиса (KW-H), *p*

Significance levels of the difference of complete complexes according to the Kruskal–Wallis criterion (KW-H), *p*

№	Исследуемый полный комплекс The full complex under study			<i>p</i> (критерий Краскела–Уоллиса) (Kruskal–Wallis criterion)	
	сезон season	год year	солнечная активность characteristics of the solar activity (SA)	женщины women	мужчины men
1	Весна Spring	2006	Падение Fall in SA	0.0230	< 0.0000
2		2007	Падение Fall in SA	0.0228	< 0.0000
3		2008	Начало роста Beginning SA increase	< 0.0000	< 0.0000
4		2009	Рост SA increase	0.00002	0.2387
5	Зима Winter	2005–2006	Падение Fall in SA	< 0.0000	< 0.0000
6		2006–2007	Падение Fall in SA	< 0.0000	< 0.0000
7		2007–2008	Минимум Minimum SA	0.00002	< 0.0000
8		2008–2009	Минимум Minimum SA	< 0.0000	0.0170
9	Лето Summer	2006	Падение Fall in SA	0.5867	< 0.0000
10		2007	Падение Fall in SA	0.1006	< 0.0000
11		2008	Минимум Minimum SA	0.0001	< 0.0000
12		2009	Рост SA increase	0.0058	< 0.0000
13	Осень Autumn	2006	Падение Fall in SA	< 0.0000	< 0.0000
14		2007	Минимум Minimum SA	< 0.0000	< 0.0000
15		2008	Минимум Minimum SA	0.0003	0.6275

Различие поведения полных комплексов погоды при соответствии их различающимся медицинским категориям на всём интервале наложенных эпох (от (–5) дня до (+5) дня) было весьма характерным. Как было отмечено, полный комплекс природных характеристик при соответствии медицинской категории «нет регистрации случаев ИБС ни в одной гендерно-возрастной группе» был ближе к сезонной норме. Это означает, что большая часть членов этого комплекса была близка к своим сезонным медианам. В случае же соответствия медицинской категории «максимальное количество регистраций случаев ИБС» количество природных характеристик, приближенных к своей сезонной норме, было заметно меньшим, чем отклонявшихся от неё в сторону сезонной аномалии (выше нормы или ниже нормы).

В каждой однородной группе выявлены конкретные параметры, которые при соответствии различающимся медицинским категориям находились в разных отношениях к своим сезонным медианам (например, превышали сезонную медиану в случае соответствия медицинской категории

Таблица 2 / Table 2

Группы с одинаковыми природными параметрами
Groups with the same natural parameters

№	Выбранные группы с одинаковыми природными параметрами Selected groups with the same natural parameters
1	Женщины, все фазы СА, осени (2006, 2007, 2008) Women, all phases of SA, autumn (2006, 2007, 2008)
2	Женщины, падение СА, вёсны (2006, 2007) Women, the fall oin SA, spring (2006, 2007)
3	Женщины, падение СА, зимы (2005–2006, 2006–2007) Women, the fall in SA, winters (2005–2006, 2006–2007)
4	Женщины, падение СА, лета (2006, 2007) Women, fall in SA, summer (2006, 2007)
5	Женщины, минимум СА, осени (2008) Women, minimum SA, autumn (2008)
6	Женщины, минимум СА + рост СА, вёсны (2008) Women, minimum SA + growth SA, spring (2008)
7	Женщины, минимум СА + рост СА, зимы Women, minimum SA + increase in SA, winter
8	Женщины, минимум СА + рост СА, лета Women, minimum SA + increase in SA, summer
9	Женщины, минимум СА + рост СА, осени Women, minimum SA + increase in SA, autumn
10	Мужчины, все фазы СА, осени Men, all phases of SA, autumn
11	Мужчины, минимум СА, осени Men, minimum SA, autumn
12	Мужчины + женщины, падение СА, вёсны Men + women, fall in SA, spring
13	Мужчины + женщины, падение СА, зимы Men + women, fall in SA, winter

и не достигали её, либо были ей равны в случае соответствия другой медицинской категории). После выявления конкретных различающихся параметров в однородных группах для выявления группового эффекта была создана 51 укрупнённая по смысловому признаку группа, внутри которой сравнивали результаты мелких однородных групп.

Среди этих групп отобраны такие, внутри которых совершенно одинаково (в 100% случаев для членов группы) какие-либо природные параметры при соответствии различающимся медицинским категориям находились в определённом отношении к своим сезонным медианам (либо одинаково её превышали, либо одинаково её не достигали). Удалось выявить 13 таких групп (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что большей частью группами, в которых конкретные параметры природной среды при соответствии различающимся медицинским категориям находились в определённом отношении к своим сезонным медианам, оказались группы, описывающие состояние природной среды при вызове врача:

- 9 групп при вызове к женщинам;
- 2 группы – к мужчинам;
- 2 группы – независимо от пола.

В табл. 3 показано количество таких параметров для каждой группы.

Среди выявленных групп, содержащих природные параметры, состояние которых описано выше, проведён поиск таких сочетаний, в которых явно выделялись одни и те же параметры, не обязательно в одинаковом состоянии (достаточно факта их выявления). Таким образом, проведено очередное укрупнение групп с целью поиска наиболее значимых характеристик внешней среды, любое изменение которых, возможно, порождает групповой эффект. Следует

Таблица 3 / Table 3

Количество природных параметров, которые находились в определённом отношении к своим сезонным медианам для всех членов группы
The number of natural parameters that were in a certain relation to their seasonal medians for all members of the group

№	Исследуемый комплекс (пол, сезон, характеристика СА) The complex under study (gender, season, characteristics of the SA)		Количество природных параметров Number of natural parameters
1	Женщины, падение СА, лето	Women, fall in SA, summer	81
2	Женщины, падение СА, зимы	Women, the fall oin SA, winter	24
3	Женщины, падение СА, вёсны	Women, the fall in SA, spring	20
4	Женщины, минимум СА, осени	Women, minimum SA, autumn	20
5	Женщины, минимум СА + рост СА, осени	Women, minimum SA + increase in SA, autumn	20
6	Мужчины, минимум СА, осени	Men, minimum SA, autumn	18
7	Женщины, все фазы СА, осени	Women, all phases of SA, autumn	12
8	Женщины, минимум СА + рост СА, лета	Women, minimum SA + increase in SA, summer	12
9	Мужчины + женщины, падение СА, зимы	Men + women, fall in SA, winter	10
10	Женщины, минимум СА, вёсны	Women, minimum SA, spring	9
11	Женщины, минимум СА + рост СА, зимы	Women, minimum SA + increase in SA, winter	4
12	Мужчины, все фазы СА, осени	Men, all phases of SA, autumn	1
13	Мужчины + женщины, падение СА, вёсны	Men + women, fall in SA, spring	1

Таблица 4 / Table 4

Распределение природных параметров по частоте выявления
The distribution of the natural parameters on the detection rate of

Параметр природной среды Natural environment parameter	Блок погоды Weather block	Количество выявлений в разных группах Number of detections in different groups	Возможная заблаговременность прогноза, дни Possible forecast lead time, days
Давление потока плазмы – суточный коэффициент вариации (безразмерная величина) Natural environment parameter plasma flow pressure-daily coefficient of variation (dimensionless value)	Космическая (околоземное пространство) Space weather (near-earth space)	3	3–4
Скорость потока плазмы – суточная медиана, км/с Plasma flow rate – daily median, km/s	Космическая (околоземное пространство) Space weather (near-earth space)	3	3–4
Напряжённость z-компоненты геомагнитного поля (геоцентрическая система координат (GSE)) – суточный максимум, нТл Intensity of the z-component of the geomagnetic field (geocentric coordinate system (GSE) – daily maximum, nT	Космическая (геомагнитное поле) Space weather (geomagnetic field)	3	1
Температура воздуха – суточный минимум, °C daily minimum, °C	Земная (температура воздуха) Earth's weather (air temperature)	3	1
Температура воздуха – суточный максимум, °C Air temperature – daily maximum, °C	Земная (температура воздуха) Earth's weather (air temperature)	2	1
Температура воздуха – суточная медиана, °C Air temperature – daily median, °C	Земная (температура воздуха) Earth's weather (air temperature)	2	1
Поток протонов с энергией E > 100 МэВ – суммарный за сутки, протонов/(см ²)/стер Proton flux with energy E > 100 MeV – total per day, protons/(cm ²)/ster	Космическая (околоземное пространство) Space weather (near-earth space)	2	3
Долготный угол потока плазмы в солнечном ветре (геоцентрическая система координат) – суточный максимум, градусы The longitude angle of the plasma flow in the solar wind (geocentric coordinate system) is the daily maximum, degrees	Космическая (околоземное пространство) Space weather (near-earth space)	2	1
Напряжённость геомагнитного поля (среднее арифметическое абсолютной величины $ B = (1/N) \cdot \sum B $, N = кол-во точек дискретизации) – суточный коэффициент осцилляции (безразмерная величина) The geomagnetic field strength (the arithmetic mean of the absolute value $ B = (1/N) \cdot \sum B $, N = number of sampling points) is the daily oscillation coefficient (dimensionless value)	Космическая (геомагнитное поле) Space weather (geomagnetic field)	2	2–3
Температура точки росы – суточный максимум, °C Dew point temperature – daily maximum, °C	Земная (влажность) Earth's weather (humidity)	2	1
Температура точки росы – суточное среднее, °C Dew point temperature – daily average, °C	Земная (влажность) Earth's weather (humidity)	2	1

помнить, что в каждой из исходных групп эти выделенные параметры сопровождалась различием и других параметров. Эти сопровождающие параметры просто были разными для разных групп — как для однородных исходных групп, так и для укрупнённых по смысловому признаку. Причины такого несходства наборов различающихся параметров, возможно, следует искать в особенностях конкретных сезонов, они, несомненно, представляют интерес, исследование их — отдельная задача, параллельная решаемой в этой работе.

Во временных рамках данного исследования удалось определить, что полные комплексы погоды при полярно различающихся медицинских событиях «нет регистрации случаев ИБС ни в одной гендерно-возрастной группе» и «максимальное количество регистраций случаев ИБС в отдельных гендерных группах без учёта возраста» были достоверно разными. Однако это различие случалось не всегда точно в день события. Следовательно, события эти приходились на линию смены состояния погоды, что требует дальнейшего изучения.

Определены конкретные параметры внешней среды, возможно, ответственные за формирование условий полярно противоположных событий ИБС. Найдены приближительные условия, при которых чаще выявляются одни и те же параметры природной среды.

Большей частью обобщающие результаты (конкретные параметры и конкретные временные интервалы, определяющие общую ситуацию в природной среде) удалось найти для группы женщин:

- чаще всего при соответствии полярно различающимся медицинским событиям различны характеристики космической погоды;
- для всех повторяющихся в разных группах исследования изменений конкретных природных параметров характерно упреждение ими медицинских событий, что даёт перспективу разработки прогноза погоды для медицинских целей.

Анализ распределения и частоты выявлений по сезонам показал, что наиболее значимым сезоном года, связанным с заболеваемостью ИБС, является осень.

Природные параметры, характерное поведение которых выявлено более чем в 2 группах и начало изменений которых упреждало медицинское событие, представлены в табл. 4. Порядок следования соответствует количеству групп, в которых выявлялись данные параметры, по убыванию.

Как следует из приведённой табл. 4, параметры земной погоды начинали своё изменение накануне медицинского события, заблаговременность возможного прогноза — 1 день. Космические параметры начинали значимое изменение не менее чем за 2 дня до медицинского события, соответственно заблаговременность возможного прогноза для них составляет 2–5 дней.

Обсуждение

1. На основании проведённого анализа литературных источников и имеющихся данных установлено, что приоритетным показателем по обращаемости за медицинской помощью среди населения, связанным с земной и космической погодой, являются болезни системы кровообращения.

2. Проведённые расчёты показывают, что наиболее значимыми показателями, связанными с ишемической болезнью сердца, являются:

- космическая погода с количеством выявлений от 2 до 3 в исследуемых возрастно-половых группах: давление потока плазмы — суточный коэффициент вариации (безразмерная величина); скорость потока плазмы — суточная медиана (км/с); напряжённость z-компоненты геомагнитного поля (геоцентрическая система координат (GSE) — суточный максимум (нТл); поток протонов с энергией $E > 100$ МэВ — суммарный за сутки (протонов/см²)/стер); долготный угол потока плазмы в солнечном ветре (геоцентрическая система координат) — суточный максимум (градусы); напряжённость геомагнитного поля (среднее арифметическое абсолютной величины $|B| = (1/N) \cdot \sum |B|$, N = количество точек дискретизации) — суточный коэффициент осцилляции (безразмерная величина);
- земная погода с количеством выявлений от 2 до 3 в исследуемых возрастно-половых группах: температура воздуха — суточный минимум (°C); температура воздуха — суточный максимум (°C); температура воздуха — суточная медиана (°C); влажность — температура точки росы — суточный максимум (°C); влажность — температура точки росы — суточное среднее (°C).

3. Наиболее значимым сезоном года, связанным с заболеваемостью ИБС, является осень.

4. Проведённый гендерный анализ показал, что женщины являются более чувствительными к изменениям земной и космической погоды по отношению к мужчинам.

5. Учёт вариаций космической погоды позволяет спрогнозировать изменение обращения за медицинской помощью на территориях за 2–5 дней в зависимости от учитываемых показателей, учёт вариации земной погоды — за 1 день.

Заключение

В данной работе апробирована модель оценки взаимосвязи обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды, что позволило выявить наиболее значимые климатические показатели, связанные с ишемической болезнью сердца. Определён наиболее опасный сезон года — осень. Наиболее чувствительными к изменениям земной и космической погоды оказались женщины. Предложенная модель позволяет спрогнозировать изменение обращения населения за медицинской помощью.

Литература

(п.п. 15–17 см. References)

1. Салтыкова М.М., Бобровицкий И.П., Яковлев М.Ю., Банченко А.Д., Нагорнев С.Н. Новый подход к анализу влияния погодных условий на организм человека. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(11): 1038–42. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1038-42>
2. Беляева В.А. Влияние факторов риска космической и земной погоды на частоту вызовов скорой медицинской помощи к пациентам с острым нарушением мозгового кровообращения. *Анализ риска здоровью*. 2017; (4): 76–82. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.4.08>
3. Диханова З.А., Мухаметжанова З.Т., Исакова А.К., Алтаева Б.Ж., Мукашева Б.Г. Влияние климата на организм человека. *Гигиена труда и медицинская экология*. 2017; (1): 11–6.
4. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И., Разумов Е.В., Артамонова М.В. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей Новосибирска. *Экология человека*. 2015; (7): 3–8.
5. Беляева В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02>
6. Карелин А.О., Федерим В.В., Соколовский В.В. О влиянии космогеофизических и метеорологических факторов на показатели неспецифической резистентности организма. *Гигиена и санитария*. 2008; 87(1): 29–33.
7. Смирнова М.М., Горбунов В.М., Андреева Г.Ф., Молчанова О.В., Федорова Е.Ю., Калинина А.М. и соавт. Влияние сезонных метеорологических факторов на заболеваемость и смертность населения от сердечно-сосудистых и бронхолегочных заболеваний. *Профилактическая медицина*. 2012; 15(6): 76–86.
8. Кузьменко Н.В., Плисс М.Г., Цырлин В.А. Зависимость циркануальной динамики артериального давления от сезонных колебаний метеорологических и геофизических факторов. *Метаанализ. Российский кардиологический журнал*. 2019; 24(1): 80–93. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-1-80-93>
9. Баженов А.А., Аверина А.С., Прикоп М.В. Влияние геофизических факторов на здоровье человека. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2016; (6): 125–9.

Original article

10. Соколовский В.В., Карелин А.О., Гедерим В.В., Шаповалов С.Н. О влиянии космогеофизических и метеорологических факторов на показатели неспецифической резистентности организма. *Гигиена и санитария*. 2008; 87(1): 29–33.
11. Дашиева Д.А. Влияние динамики солнечной активности на состояние сердечно-сосудистой системы человека в условиях Восточного Забайкалья. *Современные наукоёмкие технологии*. 2007; (4): 73–7.
12. Виллорези Дж., Бреус Т.К., Дорман Л.И., Ючи Н., Рапопорт С.И. Влияние межпланетных и геомагнитных возмущений на возрастание числа клинически тяжелых медицинских патологий (инфарктов миокарда и инсультов). *Биофизика*. 1995; 40(5): 983–94.
13. Самсонов С.Н., Манькина В.Н., Клейменова Н.Г., Паршина С.С., Петрова П.Г., Стрекаловская А.А. Геомагнитные пульсации и жизнь на Земле. В кн.: *Информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: труды международной конференции (Гурзуф, 02.06–12.06.2016 г.)*. М.: ИНИТ; 2016: 299–307.
14. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю. Научные и организационно-методические подходы к формированию и реализации программ противодействия неблагоприятному воздействию глобальных изменений климата на здоровье населения Российской Федерации. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(11): 1005–10. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1005-10>
18. Цаллагова Р.Б., Копытенкова О.И., Макоева Ф.К., Наниева А.Р. Оценка риска здоровью населения с болезнями органов кровообращения при неблагоприятных погодных условиях. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(5): 488–492. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-5-488-492>
19. Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Гигиеническая характеристика функционального состояния кардиореспираторной системы детей, подвергающихся сочетанному воздействию загрязнений атмосферного воздуха в различных климатических условиях. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(6): 603–609. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-603-609>
20. Ступишина О.М., Головина Е.Г. Результаты анализа одновременной изменчивости параметров космической и земной погоды. *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова*. 2019; 592: 159–171.
21. Копытенкова О.И., Ерёмин Г.Б., Носков С.Н., Рябец В.В., Шилова Е.А. Программа прогнозирования уровней заболеваемости в зависимости от климатических условий и антропогенного загрязнения атмосферы. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020666244; 2020.
22. Носков С.Н., Копытенкова О.И., Ерёмин Г.Б., Головина Е.Г., Ступишина О.М., Метелица Н.Д. База данных «Взаимосвязь обращаемости населения за медицинской помощью с факторами земной и космической погоды». Свидетельство о регистрации базы данных № 2020622028; 2020.

References

1. Saltykova M.M., Bobrovitskiy I.P., Yakovlev M.Yu., Banchenko A.D., Nagornev S.N. A new approach to the analysis of the influence of weather conditions on the human organism. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(11): 1038–42. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1038-42> (in Russian)
2. Belyaeva V.A. Influence exerted by risk factors of space and earth weather on frequency of emergency calls from patients with acute cerebral circulation disorders. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (4): 76–82. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.4.08> (in Russian)
3. Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altaeva B.Zh., Mukasheva B.G. Influence of climate on the human body. *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya*. 2017; (1): 11–6. (in Russian)
4. Khasnulin V.I., Gafarov V.V., Voevoda M.I., Razumov E.V., Artamonova M.V. Influence of meteorological factors in different seasons on incidence of hypertensive disease complications in Novosibirsk residents. *Ekologiya cheloveka*. 2015; (7): 3–8. (in Russian)
5. Belyaeva V.A. The impact of meteo-factors on increase of arterial blood pressure. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02> (in Russian)
6. Karelin A.O., Gederim V.V., Sokolovskiy V.V. The influence of space geophysical and meteorological factors on the parameters of the body's nonspecific resistance. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2008; 87(1): 29–33. (in Russian)
7. Smirnova M.M., Gorbunov V.M., Andreeva G.F., Molchanova O.V., Fedorova E.Yu., Kalinina A.M., et al. Influence of seasonal and weather factors on cardiovascular and bronchopulmonary morbidity and mortality. *Proflakticheskaya meditsina*. 2012; 15(6): 76–86. (in Russian)
8. Kuz'menko N.V., Pliss M.G., Tsyrlin V.A. The dependence of circannual dynamics of blood pressure on seasonal fluctuations of meteorological and heliophysical factors. Meta-analysis. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2019; 24(1): 80–93. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-1-80-93> (in Russian)
9. Bazhenov A.A., Averina A.S., Prikop M.V. Influence of heliogeophysical factors on human health. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2016; 6: 125–129. (in Russian)
10. Sokolovskiy V.V., Karelin A.O., Gederim V.V., Shapovalov S.N. On the influence of cosmogeophysical and meteorological factors on the indicators of non-specific resistance of the body. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2008; 87(1): 29–33. (in Russian)
11. Dashieva D.A. Influence of solar activity dynamics on the state of the human cardiovascular system in the conditions of Eastern Transbaikalia. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2007; (4): 73–7. (in Russian)
12. Villorresi Dzh., Breus T.K., Dorman L.I., Yuchi N., Rapoport S.I. Influence of interplanetary and geomagnetic disturbances on the increase in the number of clinically severe medical pathologies (myocardial infarctions and strokes). *Biophysika*. 1995; 40(5): 983–94. (in Russian)
13. Samsonov S.N., Manykina V.N., Kleymenova N.G., Parshina S.S., Petrova P.G., Strekalovskaya A.A. Geomagnetic pulsations and life on Earth. In: *Information Technologies in Medicine, Biology, Pharmacology and Ecology: Proceedings of the International Conference (Gurzuf, 02.06–12.06.2016) [Informatsionnye tekhnologii v meditsine, biologii, farmakologii i ekologii: trudy mezhdunarodnoy konferentsii (Gurzuf, 02.06–12.06.2016 g.)]*. Moscow: INIT; 2016: 299–307. (in Russian)
14. Rakhmanin Yu.A., Bobrovitskiy I.P., Yakovlev M.Yu. Scientific, organizational and methodological approaches to the formation and implementation of programs to counter the adverse effects of global climate changes on the population health of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(11): 1005–10. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1005-10> (in Russian)
15. Guo Y., Gasparrini A., Li S., Sera F., Vicedo-Cabrera A.M., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho M., et al. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. *PLoS Med*. 2018; 15(7): e1002629. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>
16. Huang Q., Lin S.W., Hu W.P., Li H.Y., Yao P.S., Sun Y., et al. Meteorological variation is a predisposing factor for aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a 5-year multicenter study in Fuzhou, China. *World Neurosurg*. 2019; 132: e687–95. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.08.048>
17. Kato N., Hasegawa T., Iizuka H., Kato T., Yamamoto T., Torii J. Meteorological factors that affect stroke onset. *No Shinkei Geka*. 2018; 46(6): 481–9. <https://doi.org/10.11477/mf.1436203757>
18. Tsallagova R. B., Kopytenkova O. I., Makoeva F. K., Nanieva A. R. Assessment of the risk to the health of the population with diseases of the circulatory system under adverse weather conditions. *Hygiene and sanitation*. 2020; 99(5): 488–492. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-5-488-492>. (in Russian)
19. Levanchuk A.V., Kopytenkova O.I. Hygienic characteristics of the functional state of the cardiorespiratory system of children exposed to the combined effects of atmospheric air pollution in various climatic conditions. *Hygiene and sanitation*. 2020; 99(6): 603–609. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-603-609>. (in Russian)
20. Stupishina O.M., Golovina E.G. Results of the analysis of simultaneous variability of parameters of space and terrestrial weather. *Proceedings of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov*. 2019; 592: 159–171. (in Russian)
21. Kopytenkova O.I., Eremin G.B., Noskov S.N., Ryabets V.V., Shilova E.A. Program for predicting disease rates depending on climatic conditions and anthropogenic air pollution. Certificate of state registration of the computer program № RU 2020666244; 2020. (in Russian)
22. Noskov S.N., Kopytenkova O.I., Eremin G.B., Golovina E.G., Stupishina O.M., Metelitsa N.D. Database «The relationship of the population's access to medical care with the factors of earth and space weather». Certificate of registration of the database № 2020622028; 2020. (in Russian)