

О.М. Ступишина, Е.Г. Головина, М.С. Мостаманди, К.Г. Коротков, К.С. Голубенко

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
И ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЕЙ**

О.М. Stupishina, E.G. Golovina, M.S. Mostamandy, K.G. Korotkov, K.S. Golubenko

**METEOROLOGICAL AND HELIOGEOPHYSICAL INFORMATION
ANALYTICS FOR THE MEDICAL PURPOSES**

Разработана методика, позволяющая установить наиболее вероятные факторы — параметры внешней среды, вызвавшие конкретные изменения в состоянии системы «организм человека». В работе представлены результаты практического использования этой методики. Выполнена оценка возможности прогноза биометеорологического режима атмосферы в соответствии с прогнозируемой метеорологической информацией с помощью геоинформационной системы MAPINFO и численной модели прогноза погоды WRF. Найдены параметры космической и земной погоды наиболее неблагоприятные для организма человека, состояние которого оценивалась с помощью диагностической установки «ГРВ-Компакт».

Ключевые слова: параметры внешней среды, метеорологические и гелиогеофизические факторы, биометеорологический режим, геоинформационная система.

The method that can detect the most probable environmental factors for the specific movements in the system named “human organism” was created. The work presents the practical results of using this method. The estimation of the biometeorological atmosphere regime forecast by using the predicted meteorological information from the geo-information system MAPINFO with the calculated results of the digital model WRF is shown. The most wrong for the human organism parameters of terrestrial and space weather were found out. The human organism status was detected by diagnostic device “GRV-Compact”.

Key words: environmental parameters, meteorological and heliogeophysical factors, biometeorological regime, geo-information system.

Возможность кратковременного перемещения человека в различные климатические зоны, антропогенное изменение состояния атмосферы, метеотропные реакции организма человека вызывают необходимость оценки и прогноза состояния атмосферы, то есть земной погоды, с медицинской точки зрения. Оценка земной погоды, вызывающей разнообразный отклик организма человека, проводится с помощью биометеорологических параметров [3]. Однако атмосфера, как и вся биосфера, находится под влиянием космических факторов, то есть космической погоды. Термин «космическая погода» введен NASA в 1995 г. в рамках разработки национальной программы (NSWP — National Space Weather Program), означает состояние солнечной активности, околоземного пространства и геомагнитного поля в конкретное время, для геомагнитного поля — в конкретном месте. Национальные программы изучения космической погоды существуют в разных странах, в том числе и в России. Поэтому

многостороннее влияние земной и космической погоды на организм человека издавна приводит к вопросу об основных параметрах внешней среды, влияющих на физиологические процессы [2]. Решение этой задачи позволит более квалифицированно прогнозировать погоду для медицинских целей, что, в свою очередь, даст возможность работникам здравоохранения проводить профилактические оздоровительные мероприятия среди населения.

В целях улучшения подготовки кадров в соответствии с требованиями национальной службы Всемирной Метеорологической Организации, а также в соответствии с долгосрочными Программами ВМО по исследованиям атмосферы и окружающей среды и возможностей использования метеорологической информации, в 2000 г. Российский государственный гидрометеорологический университет прошел лицензионную экспертизу на право ведения образовательной деятельности по подготовке магистров по направлению «Биометеорология». Создана учебная лаборатория «Погода и Человек», основные направления исследований которой — метеорологические и гелиогеофизические факторы риска здоровью населения мегаполисов, метеорологические и гелиогеофизические факторы рекреационных природных зон, медицинская статистика и идентификация факторов риска здоровью человека в пространстве биосферы.

Целью исследований лаборатории являются:

- 1) оценка возможности прогноза метеорологических и гелиогеофизических параметров, влияющих на организм человека;
- 2) оценка возможности прогноза биометеорологического режима атмосферы с помощью геоинформационных систем.

Для достижения поставленной цели (1) необходимо решить следующие задачи:

- а) определить параметры космической и земной погоды, необходимые для составления прогноза погоды для медицинских целей;
- б) исследовать различные возможности оценки отклика организма человека на изменчивость параметров земной и космической погоды.

Решение этих задач невозможно без экспериментального материала, для сбора которого в августе 2014 г. была проведена экспедиция студентов и преподавателей РГГМУ при участии сотрудников Северокавказского биосферного заповедника в горный район **Северного Кавказа** в рамках учебной практики по биометеорологии и гидрологии. Сложные горные условия, вызывающие физическое напряжение организма участников экспедиции, позволили наиболее четко оценить влияние параметров внешней среды на человека. Временной интервал экспедиции: 1–31 августа 2014 г., состав экспедиции: 10 человек (женщины — 4 человека, мужчины — 6 человек), возрастные категории: 21 год — 8 человек, 70–80 лет — 1 человек, 40–50 лет — 1 человек, место экспедиции: территория северокавказского биосферного заповедника и курортных окрестностей г. Туапсе. Состояние организма оценивалось по характеристикам состояния пяти внутренних систем: пищеварительной, эндокринной, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой. Измерения показателей систем проводились посредством камеры «ГРВ-Компакт» [5]. Следует отметить, что в настоящей работе предпринята попытка оценить состояние организма в целом, основываясь на информации о каждой из

включенных в исследование его внутренних систем. Как правило, в литературе [1, 2, 4] приводятся результаты по исследованию какой-либо одной характеристики состояния человеческого организма (например, артериального давления, частоты сокращения сердца и т.д.), что, на наш взгляд, не совсем полно определяет состояние организма в естественных природных условиях. В данной работе мы посчитали правильным по-новому определить взгляд на организм человека как на единую сложную систему, способную в целом переходить из обычного состояния в необычное под воздействием внешних факторов.

К отбору возможных факторов внешней среды мы подошли тоже с не совсем традиционной точки зрения. Как правило, в литературе [1, 2, 4] приводятся результаты по исследованию одного какого-либо параметра внешней среды (например, атмосферного давления или горизонтальной составляющей геомагнитного поля), что, на наш взгляд, не может вполне описать реальные условия существования человека в природной среде. Исходя из предположения, что заранее мы не знаем, какой именно из параметров внешней среды может в данный момент оказать влияние на организм человека, в настоящей работе мы подошли к отбору таких параметров с точки зрения возможной полноты описания внешней среды; такой подход позволяет по-новому взглянуть на окружающую человека среду как на единую сложную систему, способную воздействовать на человека различным образом — посредством отдельных компонент или «аккордно». Мы рассматривали комплекс параметров внешней среды, который состоит из следующих пяти блоков, описывающих состояние параметров космической и земной погоды:

1. Параметры солнечной активности (СА):
 - 1.1. Индексы глобальных вариаций СА;
 - 1.2. Характеристики вспышечной компоненты СА.
2. Параметры состояния околоземного пространства:
 - 2.1. Характеристики скорости и плотности потоков протонов различных энергий;
 - 2.2. Характеристики скорости и плотности потоков электронов различных энергий;
 - 2.3. Характеристики плотности и скорости солнечного ветра без разделения на типы частиц.
3. Параметры геомагнитного поля (ГМП):
 - 3.1. Характеристики горизонтальной составляющей ГМП;
 - 3.2. Характеристики азимутальной составляющей ГМП;
 - 3.3. Характеристики вертикальной составляющей ГМП;
4. Параметры электрического поля атмосферы (ЭПА):
 - 4.1. Напряженность электрического поля обоих знаков полярности;
 - 4.2. Коэффициент униполярности.
5. Метеорологические параметры:
 - 5.1. Характеристики атмосферной циркуляции;
 - 5.2. Метеорологические величины.

Для каждого параметра, измеряемого несколько раз в сутки, вычислялись суточные статистические характеристики, каждая из которых рассматривалась как независимый параметр внешней среды. Общее число параметров в данной работе равно 173.

Для выполнения исследований была создана междисциплинарная база данных метеорологической и гелиогеофизической информации и параметров организма человека.

Метод исследования

К разработке метода исследования связей между организмом человека и окружающей его средой мы подошли с точки зрения следующих положений: внешняя среда — это многопараметрическая система с внутренними связями, организм человека — это другая многопараметрическая система с внутренними связями. Взаимодействие между такими системами нельзя свести к влиянию *одного из* параметров первой системы *на всю* вторую систему в целом. При неаккуратном планировании исследования существует возможность следующих ошибок.

- Ошибка 1 — принять синфазные вариации двух величин из разных систем — какого-либо одного из параметров внешней среды и любой одной из характеристик состояния организма — за проявление влияния первого на вторую, тогда как обе эти величины всего лишь менялись одновременно под действием третьей, не учтенной в проводимом анализе. Это — классическая ошибка, возникающая при проведении корреляционного анализа.
- Ошибка 2 — посчитать первый из упомянутых параметров (фактор внешней среды, включенный в исследование) агентом третьего параметра (не учтенного в проводимом исследовании фактора внешней среды), предполагая воздействие последнего на организм человека посредством первого, тогда как между вариациями упомянутых характеристик связи может и не быть, а их синфазные вариации являются лишь проявлением одинаковой чувствительности к вариациям неучтенного фактора (и, может быть, даже не одного).
- Ошибка 3, обратная описанному, — не увидеть связи между вариациями конкретного параметра внешней среды и вариациями изучаемой характеристики состояния организма человека, тогда как эта связь существует, но проявляется по-разному в различных условиях (например, в различных календарных сезонах; в различных по характеристикам возраста, пола, диагноза группах людей).
- Ошибка 4 — не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма человека, если эти связи проявляются при вариациях отклонений параметров внешней среды относительно уровней *динамического* среднего, а не от уровней *климатического (многолетнего)* среднего.
- Ошибка 5 — не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма человека, если существует *временной сдвиг* в проявлении такой связи.

Во избежание возможных ошибок, перечисленных выше, мы посчитали правильным провести вначале исследование о достоверности совпадения конкретных изменений в организме человека с вариациями характеристик внешней среды в конкретных условиях и лишь убедившись в ней, приступать к формулированию гипотез о возможной причинно-следственной связи между такими изменениями и вариациями. В данной работе мы представляем результаты исследования такого рода совпадений.

Изучить совпадение изменений одной величины с вариациями другой можно, если сопоставить между собой события, являющиеся реализациями этих величин, и убедиться в их одновременности. В нашем случае — сопоставить события в организме человека (назовем такие события «медицинскими») событиями во внешней среде (назовем такие события «внешними»). Необходимо определить, что будем считать тем или иным событием. Будем сопоставлять между собой два вида событий: событие «норма» и событие «аномалия».

Для обеих изучаемых систем (система внешней среды и система человеческого организма) определим событие «норма» центром распределения вероятностей значений их характеристик:

- медицинское событие «норма» определяем датой, когда показатели всех исследуемых систем организма принимают значения своих математических ожиданий с точностью до стандартной ошибки. Выборка, по которой вычислены указанные статистические характеристики в данной работе, имеет длину в один месяц — август 2014 г. — срок проведения экспедиции;
- внешнее событие «норма» определяем датой, когда конкретный параметр внешней среды принимает значение в рамках срединного отклонения распределения вероятностей своих значений. Выборка, по которой вычислены указанные статистические характеристики в данной работе, также имеет длину в один месяц — август 2014 г. — срок проведения экспедиции.

В отличие от события «норма», которое определяется единственным образом, событие «аномалия» — сложное, оно складывается из частных случаев: а) случаев превышения значениями параметра границ «нормы» и б) случаев недостижения этих границ значениями параметров.

В настоящей работе мы разделили медицинские и внешние события на категории, наиболее явно выражающие изменчивость изучаемых систем:

- а) категория «норма»;
- б) категория «аномалия 1» — больше нормы;
- в) категория «аномалия 2» — меньше нормы.

На рис. 1 приведен пример такого разделения медицинских параметров на категории. Разделение на категории внешних параметров производилось подобным образом.

Определив описанным образом медицинские и внешние события, получаем возможность сопоставить их между собой (масштаб сопоставления равен одним суткам) и установить:

- 1) совпадает ли дата «нормы» погоды с датой «нормы» человеческого организма. Для ответа на этот вопрос достаточно установить, какие категории внешних параметров чаще соответствуют конкретным категориям медицинских параметров;
- 2) когда начинает изменяться конкретный внешний параметр для того, чтобы перейти в интересующую нас категорию — непосредственно в день его регистрации вместе с заданной категорией медицинского параметра или раньше — это позволит установить заблаговременность прогноза для медицинских целей. Для ответа на этот вопрос нужно воспользоваться методом наложения эпох и рассмотреть следующие возможные ситуации:

- в один и тот же день относительно даты медицинского события начинается изменение одного и того же внешнего параметра в противоположных направлениях (либо в сторону превышения нормы, либо в сторону убывания от нормы) в случае совпадения его с разными категориями медицинских событий в конечном счете. Установление списка таких параметров представляется наиболее интересным, а заблаговременное определение начала их изменения может послужить базой надежного прогноза для медицинских целей;
- изменения внешнего параметра в сторону заданной категории, совпадающей по времени с медицинским событием происходит в разные дни для разных медицинских событий. Установление списка таких параметров тоже может послужить базой для прогноза конкретных медицинских событий;
- внешний параметр может оставаться в одной и той же категории на протяжении многих дней, но категории эти могут быть разными в случаях их совпадений с разными медицинскими событиями. Такое состояние внешнего параметра в течение долгого времени можно определить как фон для медицинского события. Установление списка таких параметров может послужить основой для прогноза периодов риска возможности опасных медицинских событий;
- внешний параметр может долго оставаться в состоянии фона, изменившись всего один раз, произведя своеобразный всплеск, но всплеск этот может произойти в разных направлениях (в сторону меньше «нормы» или в сторону больше «нормы») в случае соответствия разным медицинским категориям. Список параметров, склонных к таким всплескам, важен для прогноза периодов риска состоянию здоровья человека.

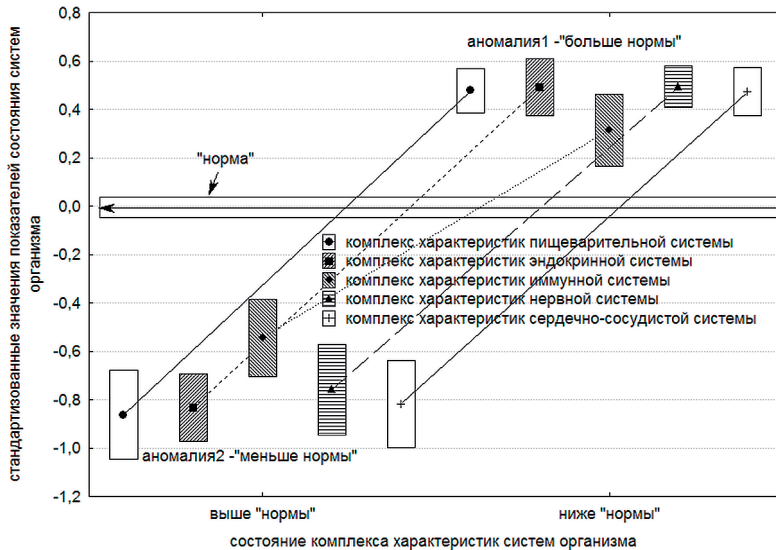


Рис. 1. Категории медицинских параметров

Исследование перечисленных характерных ситуаций и установление конкретного поведения конкретных внешних параметров позволит построить расширенный и подробный прогноз состояния внешней среды для медицинских целей. Однако не следует забывать о тех параметрах, вариации которых никак не связаны с различными медицинскими событиями, следовательно, закономерен следующий вопрос: какие внешние параметры остаются в одной и той же категории, независимо от соответствия их разным медицинским событиям. Такие параметры не могут быть ответственными за распределение медицинских событий по их категориям. В случае включения таких параметров в прогностические формулы им следует придавать наименьший вес или вообще не учитывать их поведение при прогнозе.

Результаты

Отметим некоторые наиболее яркие результаты исследования (приведены по испытаниям группы людей из 8 человек, возраста 21 год, без разделения по гендерному признаку):

1. Медицинским событиям «меньше нормы» (то есть все показатели всех исследуемых систем организма всех испытуемых не достигали своих средних за срок экспедиции значений) соответствовало большее число внешних параметров (75 %), превышавших свои нормальные в данной местности для августа 2014 г. значения.
2. В противоположность такой ситуации большая выборочная доля внешних параметров, не достигавших по своим значениям месячной нормы, совпадала с состоянием организмов всех испытуемых «больше нормы». Рис. 2 представляет распределение категорий внешних параметров по соответствию их категориям медицинских параметров.

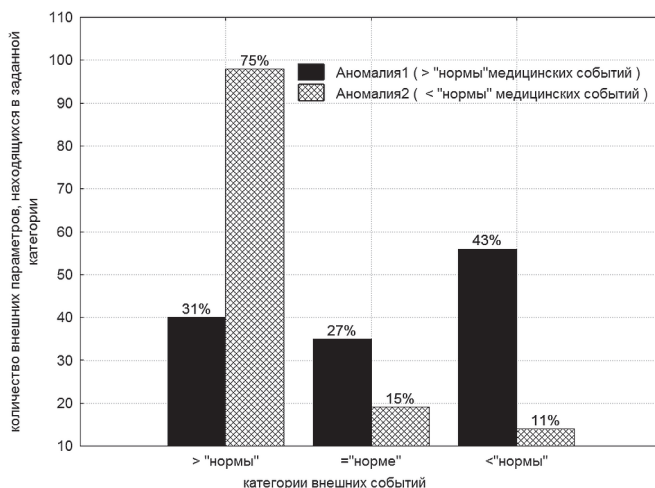


Рис. 2. Распределение категорий внешних параметров по соответствию их категориям медицинских параметров

3. Интересен состав таких категорий параметров. Как видно из рис. 3, медицинским событиям «больше нормы», то есть возбужденному состоянию всех включенных в исследование систем организма испытуемых, чаще всего соответствовали низкие значения:

- 1) характеристик атмосферной циркуляции (33 % из всего комплекса параметров, не достигавших своей месячной нормы);
- 2) низкие значения характеристик геомагнитного поля (25 % указанного комплекса параметров);
- 3) низкие значения характеристик околоземного пространства (15 % указанного комплекса параметров).

Рис. 4 показывает обратную последовательность (13–22–45 %) доли этих же параметров, но на этот раз превышавших свою месячную норму в те дни, когда организм тех же людей был «в подавленном состоянии». Соотношения параметров других блоков менее ярко различались в дни регистрации разных состояний человеческого организма, хотя заслуживает внимания блок относительной влажности воздуха, компоненты которого вообще не превышают своей нормы в случае совпадения их регистрации с днями «подавленного состояния организма».

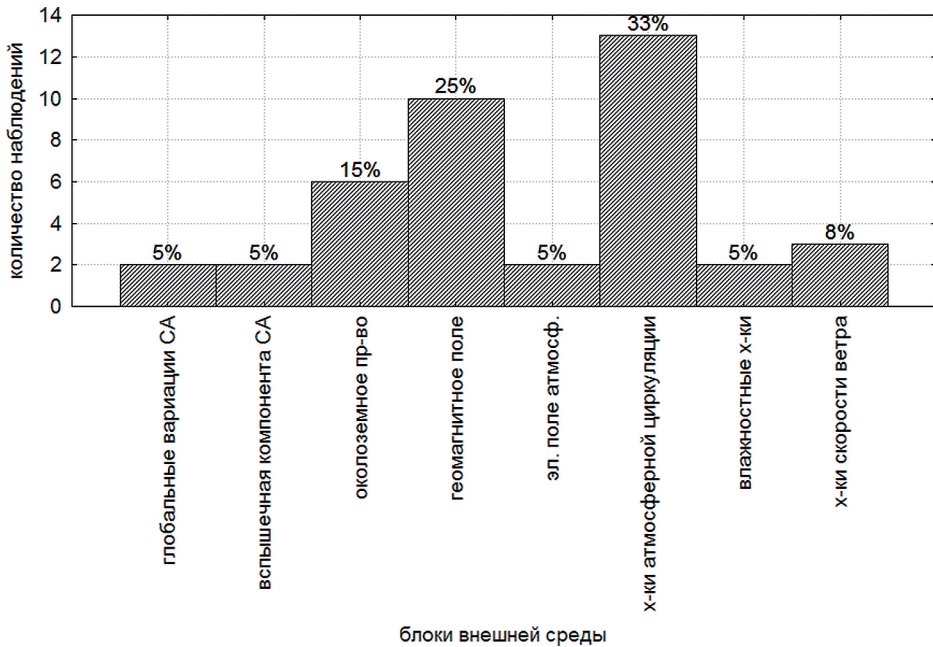


Рис. 3. Структура комплекса параметров, не достигавших по своим значениям месячной нормы в случае соответствия их категории медицинских параметров «аномалия 1» (больше «нормы» медицинских событий)

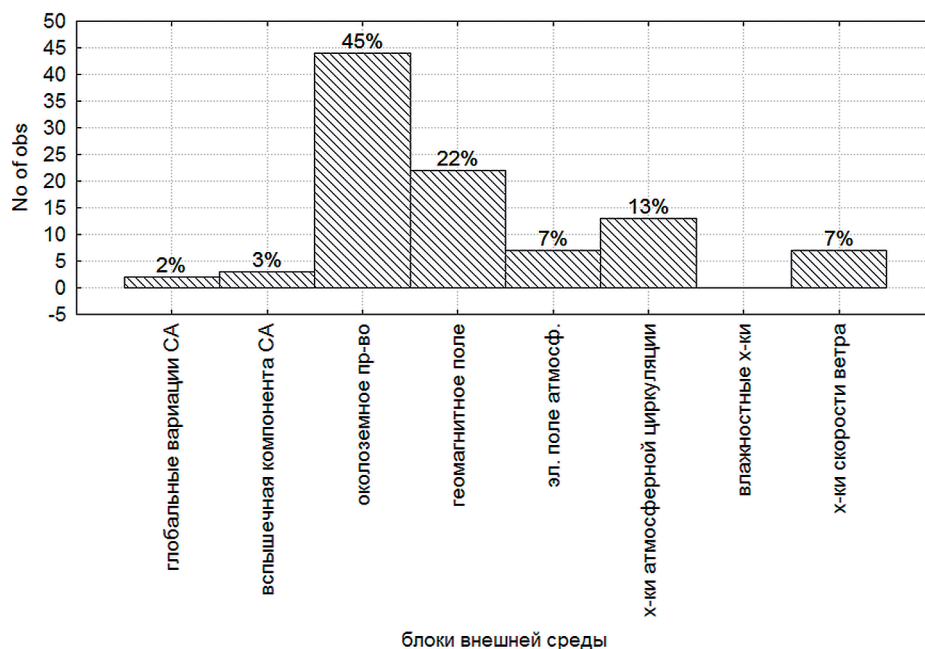


Рис. 4. Структура комплекса параметров, превышавших по своим значениям месячную норму в случае соответствия их категории медицинских параметров «аномалия 2» (меньше «нормы» медицинских событий)

4. Конкретно, параметрами, принимавшими разные, противоположные относительно своей нормы значения, для 66,7 % испытуемых были:
 - 1) статистические суточные характеристики разброса значений атмосферного давления (стандартное отклонение, коэффициенты вариации и осцилляции), причем в 50 % случаев изменение в противоположные стороны относительно своей месячной нормы этот параметр совершал прямо в день регистрации медицинского события, в остальных случаях это был день накануне такого события, а также и (-2)–день;
 - 2) статистические суточные характеристики разброса (коэффициент осцилляции и размах) значений вертикальной компоненты геомагнитного поля, а также его точечная характеристика — максимальное значение, причем в 50 % случаев изменение в разных направлениях относительно месячной нормы начиналось в (-3)–день относительно дня медицинского события и в 50 % — день в день с медицинским событием;
 - 3) медианное суточное значение скорости потока солнечного ветра (без деления на типы частиц), медианное же значение плотности потока протонов очень слабых энергий (47–66 КэВ), эти параметры менялись в различные дни относительной дней регистрации медицинских событий разных испытуемых.

Для остальных параметров этих блоков регистрировались разные значения не так согласованно для группы испытуемых: иногда параметр принимал значение «меньше нормы» при совпадении с «возбужденным состоянием организма» — 100 % испытуемых, но противоположное значение («больше нормы») регистрировалось в дни «подавленного» состояния организма лишь для 33 % испытуемых, для других членов группы в такие дни исследуемый параметр принимал значение, равное своей месячной норме. В рамках этой работы мы указываем лишь результаты, позволяющие выделить наиболее показательные вариации параметров внешней среды.

5. Параметром, долго державшимся на одном уровне в случае соответствия разным медицинским категориям медицинских событий, оказался только один — минимальное значение скорости солнечного ветра. Его величина была меньше своей месячной нормы при соответствии медицинской аномалии 1 («возбужденное состояние» организма) и превышала эту норму при соответствии медицинской аномалии 2 («подавленное» состояние). Но такой эффект мы наблюдали только в случае одного испытуемого.
6. Параметры, чьи изменения напоминали всплески на фоне долгого постоянства, были для каждого из испытуемых людьми разными, но список их заслуживает внимания: все эти параметры характеризуют возмущение околоземного пространства, горизонтальной составляющей геомагнитного поля (по возмущению которой принято фиксировать факт магнитной бури) и электрического поля атмосферы, то есть являются отражением вариации космической погоды.

Следует отметить, что возмущение в околоземном пространстве и геомагнитном поле происходит в виде всплеска в (-5)-день, а в электрическом поле атмосферы — в (-5), (-3), (-2)-дни — это дает возможность заблаговременного прогнозирования подобных событий.

7. Наконец, интересен список параметров, никак не менявшихся в случае соответствия их датам регистрации разных медицинских категорий. Эти параметры не могут быть ответственными за разделение медицинских событий по их категориям. Такими параметрами были в 100 % случаев (для всех испытуемых на протяжении 5 дней до и 5 дней после медицинских событий разных категорий): рентгеновские вспышки на Солнце **максимального** балла (балл X); вспышки $\text{H}\alpha$ (оптический диапазон) на Солнце **максимальной** площади (балл 3); **минимальное** суточное значение потоков электронов слабых энергий (38–538 КэВ) в околоземном пространстве; **минимальное** суточное значение потоков протонов слабых энергий (47–1193 КэВ) в околоземном пространстве; **минимальное** суточное значение суммарной плотности потока солнечного ветра (не разделяя на тип частиц) энергией менее 10 МэВ и энергией менее 30 МэВ; характеристики суточного разброса (**размах, стандартное отклонение, коэффициент осцилляции**) значений указанного выше потока солнечного ветра; **медианное** суточное значение скорости ветра; **максимальное** суточное значение скорости ветра.

Следующей важной задачей, решаемой в лаборатории, является, как было указано выше, (2) оценка возможности прогноза биометеорологического режима атмосферы с помощью геоинформационных систем. В настоящей работе представляем результат одной из таких оценок.

Работа выполнена для атмосферы территории Архангельской области, так как этот район представляет интерес своим северным местоположением, прямо противоположным положению территории эксперимента, описанного выше. И если описанный выше эксперимент показал результаты воздействия внешней среды на организм, находящийся в исключительных условиях за пределами обычного места проживания, то не менее интересны результаты исследования на территории обычного места проживания людей, по природе своей характеризующегося исключительными условиями.

Метод исследования

Работа состояла из следующих этапов: создание междисциплинарной базы данных, включающей метеорологическую и медицинскую информацию; расчет статистических характеристик метеорологических и биометеорологических величин по данным работающих станций на территории Архангельской области для различных периодов времени (сутки, месяц, год); анализ пространственной и временной изменчивости биометеорологических параметров.

Исследования были выполнены, используя архив сайта «Расписание погоды» gr5.ru — срочные данные метеорологических наблюдений метеорологической сети Архангельской области за период с 2005 по 2013 г. (более 370 000 данных).

Для расчета биометеорологических параметров использованы методики расчета эффективных (ощущаемых) температур, в частности, параметр ET (по А. Миссенарду) и индекс патогенности I (по В.Г. Бокша) [3] на всех возможных метеостанциях области.

На рис. 5 показано положение станций, для которых приведены примеры расчета индекса патогенности, показанные на рис. 6. Как видно из рис. 6, значение индекса патогенности для станций, расположенных в разных точках области, различается по характеристикам, как центра распределения, так и его крайних точек, сохраняя, конечно, общий ход сезонной зависимости.

Получив характеристики исследуемой местности по указанным биометеорологическим параметрам с помощью геоинформационной системы MAPINFO и численной модели прогноза погоды WRF (Сулейман Мостаманди), мы смогли получить пространственное распределение биометеорологического режима атмосферы исследуемого района за любой период времени. В результате стало возможным по прогнозируемой метеорологической информации получить пространственное распределение ожидаемого биометеорологического режима воздуха, то есть оценить ожидаемый уровень комфортности земной погоды для жителей региона. На примере биометеорологического прогноза для летнего периода на территории Архангельской области можно увидеть расположение наиболее неблагоприятных районов области в июне. Оказалось, что понятие «очень жарко» возможно и для такой северной территории.

Как видно из результатов проведенного исследования, возможность прогнозирования ситуации, благоприятной и неблагоприятной для населения, вполне реальна. Однако следует отметить, что прогноз биометеорологической обстановки должен сопровождаться, как показали наши описанные выше исследования, прогнозом и космической погоды, что особенно важно для регионов, расположенных в высоких широтах. Для этого необходимы дополнительные исследования вариаций состояний

организма жителей как Архангельской области, так и других высокоширотных областей при различной космической и земной погоде.



Рис. 5. Карта территории Архангельской области с указанием местоположения метеостанций (Архангельск, Лешуконское, Березник, Вельск), для которых приведены примеры расчета биометеорологических индексов

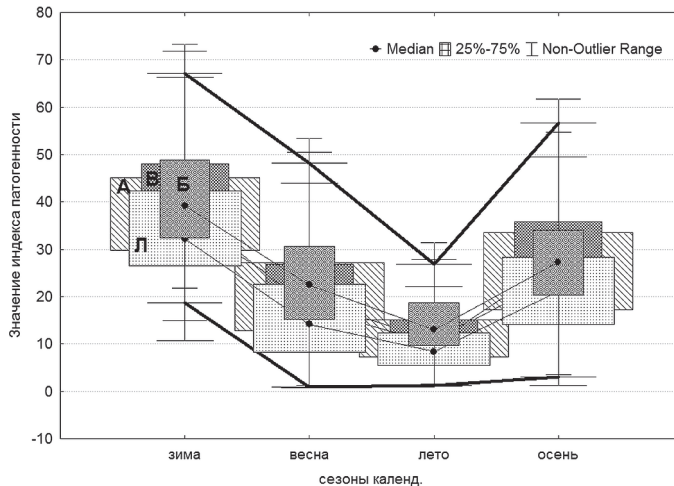


Рис. 6. Сезонные распределения значений индекса патогенности I для А — Архангельска, Б — Березника, В — Вельска, Л — Лешуконского — метеостанций, расположенных в разных географических точках Архангельской области. Черная линия показывает внешнюю границу распределения I для Архангельска



Рис. 7. Прогноз пространственного распределения ощущаемой, эффективной температуры на 10 ч 05.06.2014 г. по прогнозу на это время метеорологической информации и расчету биометеорологического параметра – эффективной температуры

Выводы

1. Доказана возможность использования геоинформационных систем для прогноза биометеорологического режима атмосферы по прогнозируемой информации о состоянии атмосферы.
2. Разработана методика обработки и анализа данных, позволяющая отобрать из любого набора параметров: значимые и незначимые для человека параметры.
3. Доказана возможность определения характера вариаций параметров внешней среды, относящихся к различным биологическим (медицинским) категориям.

4. Показана возможность определить интервал заблаговременности прогноза погоды для медицинских целей.
5. Показана возможность выбора параметра внешней среды, меняющего свои значения в определенном направлении [увеличение или уменьшение относительно средних сезонных (понятие сезона определяется в конкретном исследовании — в настоящей работе — это месяц) значений], в любой интересный для нас день и оценить вероятную степень одновременного изменения параметров здоровья человека.
6. Показана возможность использования диагностической установки «ГРВ-Компакт» для оценки состояния организма человека при различных метеорологических и гелиогеофизических условиях.

Такие исследования можно проводить как для однородных групп людей (однородность определяется полом, диагнозом, возрастом), так и индивидуально для каждого человека.

Полученные результаты создают предпосылки для разработки комплексного биокосмометеорологического параметра, позволяющего классифицировать земную и космическую погоду для решения различных прикладных задач (курортное и туристское дело, сервисное обслуживание населения, спорт, административное решение организации жизнедеятельности населения и др.) и для составления прогноза погоды для медицинских целей.

Литература

1. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури — медико-биологические и геофизические аспекты. — Изд-во «Советский спорт», 2003. — 192 с.
2. Владимирский Б.М., Темурияц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. — Фрязино: Век 2, 2004. — 234 с.
3. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии. — СПб.: РГМУ, 1998. — 93 с.
4. Исаев А.А. Экологическая метеорология. — М.: Научный мир, 2001. — 458 с.
5. Коротков К.Г. Принципы анализа ГРВ биоэлектрографии. — СПб.: Реноме, 2007. — 286 с.
6. Ступишина О.М., Головина Е.Г. Комплексные статистические исследования гелиогеофизических факторов кардиособытий человека // Мат-лы Десятой Междунар. крымск. конф. «Космос и биосфера», Крым, 2013, с. 137–138.