

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ступишиной Ольги Михайловны «Оценка биометеорологических факторов в разных регионах России статистическими методами», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология и агрометеорология.

Актуальность работы определяется высокой необходимостью оценки и прогноза процессов в окружающей среде, опасных для биологических систем в целом, и для здоровья человека в частности. В настоящее время понятно, что эффективное изучение и прогнозирование биотропного воздействия окружающей среды требует комплексного совокупного рассмотрения метеорологических факторов и факторов космической погоды, а также грамотной автоматизации обработки и анализа больших статистических баз данных. Эту задачу успешно решает представленная диссертационная работа.

Целью представленной для защиты работы является разработка комплексной автоматизированной методики анализа совокупной биоэффективности факторов обычной и космической погоды. А также практическое изучение биотропного вклада комбинаций метеорологических факторов в различных фазах 23 и 24 циклов солнечной активности, и в различных регионах России с помощью разработанной автоматизированной методики.

Диссертация объемом в 128 страниц состоит из введения, 4 глав, заключения, списков литературы, и двух приложений (с описанием характеристик полного списка исследуемых факторов внешней среды и их вариабельности для пациентов с диагнозом «ишемическая болезнь сердца»). Список цитируемой литературы включает 104 источника (из них 44 на русском и 55 на иностранных языках, 5 ссылок на сайты данных). Работа содержит 21 рисунок и 8 таблиц.

Во введении проведен обзор научных исследований влияния окружающей среды на живой организм, на основе работ по биометеорологии, медицине и гелиобиологии. Обусловлена необходимость разработки комплексного автоматизированного подхода к решению проблемы оценки биотропности воздействия внешней среды и разработки биоклиматических индексов. Обоснована актуальность темы исследования, определена цель работы и поставлены задачи для ее достижения, описана новизна и достоверность полученных в диссертационной работе результатов.

Особого внимания заслуживает **Глава 1**, в которой автором проведена большая исследовательская работа по выявлению возможных методологических ошибок при поиске связей между вариациями окружающей среды и состоянием живого организма. Подробный анализ выявил 8 основных типов стандартных ошибок: 1) ложно определенная связь; 2) ложно определенная последовательность воздействия; 3) пропуск установления связи между событиями по причине неверного комплекса условий их реализации; 4) пропуск установления связи по причине схожести отклика объекта воздействия на различные виды этого воздействия; 5) пропуск установления связи по причине особенности времени воздействия 6) пропуск установления связи по причине ее динамического характера; 7) пропуск установления связи по причине замедленности реакции объекта на воздействие; 8) пропуск установления связи по причине неверно выбранных факторов.

реакции объекта на воздействие; 8) пропуск установления связи по причине неверно выбранных факторов.

В Главе 2 представлена авторская методика обработки входных статистических биометеорологических данных, для выявления возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием биообъектов, разработанная с учетом и во избежание ошибок, проанализированных в Главе 1. Введено понятие «Комплекс Погоды» для выделения совокупности биотропных характеристик природной среды, таких как температура, влажность, давление, интенсивность радиоизлучения Солнца, вариации геомагнитного поля и т.п.. Полный состав указанных метеорологических и гелиогеофизических комплексов описан в параграфах «Достоверность полученных результатов», в Главе 4 и Приложении А. Предложено проводить динамическую селекцию входящих в комплексов погоды текущих биометеорологических факторов, в дни максимального их различия и в реперный день биометеорологического события. Различия предложено определять с помощью непараметрических критериев Манна-Уитни и Крускала-Уоллиса при нулевой гипотезе о сходстве распределений указанных характеристик при соответствии их разным биометеорологическим событиям. Приведена блок-схема описанного метода обработки.

В третьей главе описан математический аппарат поиска дня максимального различия комплексов погоды в интервале наложенных эпох, а также процедуры селекции элементов комплекса погоды, по признаку их различия в исследуемый день и в день зафиксированного биомедицинского события. Обусловлена возможность применения элементов кластерного анализа, а именно, вычисления межкластерного расстояния, для комплексов погоды, составленных из стандартизованных природных характеристик. Предложено определение порога достоверности посредством учета максимальной составляющей внутренней дисперсии кластеров, и с применением теории проверки гипотез – критерия Манна-Уитни при нулевой гипотезе о сходстве распределений указанных выше проекций. Предложен метод селекции и динамической вариабельности элементов обобщенных комплексов погоды путем последовательного использования критериев Манна-Уитни проверки гипотез с нулевой гипотезой о сходстве распределений отдельных факторов обычной и космической погоды в день максимального различия целостных Комплексов Погоды.

В Главе 4 изложена методика оценки биоэффективных комбинаций факторов обычной и космической погоды в различных регионах России, в различных фазах цикла солнечной активности и сезонов года, и при разделении исследуемых групп населения на мужчин и женщин. Приведены результаты апробации данной методики для больших баз биомедицинских данных. Так, проанализированные диссертантом базы вызовов скорой помощи в городах Владикавказ и Глазов составили 526 192 и 64 856 случаев соответственно, а исследованная база данных годовой заболеваемости в г. Санкт-Петербург за 2015-2020 годы составила 84 908 819 случаев. Такие объемы данных, безусловно, требуют грамотно сконструированной методики автоматической обработки, и с этой задачей диссертант прекрасно справился.

В Санкт-Петербурге методика прогнозирования биоэффективных комбинаций факторов обычной и космической погоды отработывалась на базах данных смертей от ишемической болезни сердца и инсультов в периоды от 1995 по 2020 годы, статистике внезапных уличных смертей, статистике вызовов врача на дом, мониторинге сердечного ритма 2006-2010 гг, а также на статистике успешных ЭКО в г. Пушкин за 1999-2004 годы.

Оценка изменчивости биометеорологических параметров и характеристик здоровья человека показала, что факторы земной погоды, способные воздействовать на живой

организм, связаны с физико-географическими характеристиками местности. Доминирующую долю характеристик земной погоды, влияющих на медико-биологические показатели в рассматриваемых местностях заняли характеристики влажности, роль которых определена степенью континентальности местности. Доля характеристик влажности в качестве рабочих параметров земной погоды доминировала при исследованиях в Санкт-Петербурге и Ленинградской области (переходный климат от умеренно-континентального к умеренно-морскому), Мурманской (атлантико-арктическая зона умеренного климата) и Архангельской областях (умеренно-континентальный, морской климат). Обнаружение этой характеристики в Ростовской области, по-видимому, объясняется близостью Дона. В условиях умеренно-континентального климата эти характеристики земной погоды в рамках проведенных исследований не оказались значимы для здоровья населения.

Факторы космической погоды, влияющие на здоровье человека, выявлены на всех территориях, рассматриваемых в работе, независимо от их географических особенностей. В исследованиях, выполненных в высокогорных районах, активными биометеорологическими факторами были характеристики околоземного пространства – потоки корпускулярного излучения разных энергий в солнечном ветре. На территории Санкт-Петербурга таковыми факторами являлись вариации геомагнитного поля. Выявлены гендерные различия: в группе мужчин основная реакция происходит на колебания локального геомагнитного поля, тогда как в группе женщин зарегистрирована реакция на крупномасштабные вариации геомагнитного поля и солнечной активности.

На основе проведенного авторского анализа, диссертантом сформулированы 3 защищаемых положения, касающиеся приоритетной разработки и внедрения методики оценки биоэффективности и прогнозирования комплексных факторов обычной и космической погоды, а также приоритетной биотропной роли влажности воздуха и вариаций геомагнитного поля. Все защищаемые положения доказаны схемами, графиками и таблицами, приведенными в тексте диссертации и автореферата.

Научная новизна. Впервые предложены и разработаны методы отбора значимых и незначимых для восприятия биологическим объектом факторов природной среды, и метод определения момента начала и дальнейшего характера изменений параметров природной среды. Результат помогает локализовать биометеорологическое событие на линии смены погоды. Впервые предложен и разработан метод мониторинга момента начала изменений параметров природной среды во временном интервале до дня медицинского события. Результат служит уточнению оценки заблаговременности прогноза для медицинских целей.

Впервые выделены особенности биометеорологического режима атмосферы различных регионов России, полученные с использованием разработанной методики исследования, что позволит наиболее целенаправленно составлять программу мониторинга опасных для здоровья человека характеристик земной и космической погоды.

Теоретическая значимость работы определяется результатами исследований, позволяющими более полно выявлять и использовать в прогностических целях биоэффективные метеорологические факторы и факторы гелиогеомагнитной активности в различных регионах.

Практическая значимость определяется возможностями использования результатов диссертационной работы при оценке биоэффективных рисков и составления прогнозов в метеорологии, здравоохранении, сельском и лесном хозяйстве. По результатам работы оформлены следующие патенты на промышленные образцы: «Схема алгоритма влияния природно-климатических факторов на здоровье населения и среду

обитания» и «Схема алгоритма выявления связи между космической и земной погодой, биосферой и здоровьем населения».

Расчеты О.М. Ступишиной использованы при подготовке базы данных: «Заболеваемость, смертность и доходы населения на территории Российской Федерации с учетом широты местности за одиннадцатилетний цикл солнечной активности Швабе-Вольфа (2008-2019 гг.)».

Таким образом, Ступишиной Ольгой Михайловной создана междисциплинарная база данных, включающая не только характеристики состояния атмосферы, космической погоды, медицинские показатели, но и суточные статистики характеристик природной окружающей среды, а также разработана автоматизированная методика отбора максимально биоэффективных факторов окружающей среды и статистического анализа данных.

Автором на достаточно высоком научном уровне используются различные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. С междисциплинарным подходом изучаются и критически анализируются известные закономерности биотропного воздействия обычной и космической погоды, и выявляются новые закономерности. Предложенная автором автоматизированная методика анализа биоэффективного воздействия окружающей среды позволила впервые выявить существенную роль локальных флуктуаций влажности атмосферы в динамике сердечнососудистых заболеваний, а также подчеркнула гендерные различия заболеваемости населения при биотропном воздействии метеорологических и гелиогеофизических факторов в различные фазы цикла солнечной активности.

Несмотря на несомненные достоинства работы, в ней обнаруживаются и отдельные недостатки, которые серьезно не влияют на представленные выводы и результаты. При прочтении диссертации возникли следующие **вопросы и замечания**:

1. Основным недостатком является недоструктурированность текста диссертации, особенно в 4-й главе. Это затрудняет восприятие результатов практического применения предложенной автором методики оценки биотропности факторов внешней среды. Огромный объем исследуемых данных не сведен в единую таблицу с указанием для каждой базы данных числа рассмотренных случаев, спецификации случаев, географического региона, количества мужчин и женщин, дат исследования и соответствия этих дат фазам цикла солнечной активности. Также Приложение Б логичнее было бы включить в основной текст диссертации.
2. Облегчила бы восприятие результатов и сводная таблица, какой именно набор совокупных факторов обычной и космической погоды оказался максимально биоэффективным для каждой из исследуемых баз данных и фаз солнечного цикла (причем желательно – отдельно для мужчин и женщин), а также более подробное обсуждение сочетанного воздействия факторов обычной и космической погоды. При этом отдельно для метеопараметров по всем исследуемым регионам такая таблица диссертантом составлена, что является несомненным украшением диссертации (Таблица 2, Список биоэффективных метеопараметров в период с 2008 г. по 2013 г. в 7 исследуемых регионах России).
3. Недостаточно обсуждена роль солнечного цикла в разнообразии полученных выводов. Результаты приводятся с указанием фазы солнечного цикла, однако нет отдельного сравнительного обсуждения закономерностей, полученных в различные фазы цикла динамики Солнца при совпадающих локальных метеоусловиях. Однако, поскольку соискание ученой степени производится по специальности **25.00.30 – Метеорология**, это замечание не является принципиальным.
4. При общих достоинствах Главы I с названием «Анализ возможных ошибок при проведении исследования по поиску связей между вариациями окружающей

природной среды и состоянием живого организма» не описано, при каких модельных приближениях изучаемой системы те или иные ошибки имеют приоритетное значение. Однако список приведенных автором возможных ошибок позволяет предположить, что в работе в качестве модели рассматривается линейная система с выраженным сигналом при незначительном уровне шумов. Поэтому флуктуационными ошибками, соотношением сигнал/шум, нелинейными или пороговыми эффектами можно пренебречь.

5. Результаты по доминирующей роли влажности в росте заболеваемости и смертности хотелось бы видеть оформленными в отдельный график, с сравнительным анализом динамики удельного биотропного вклада влажности по фазам солнечного цикла для Санкт-Петербурга и Ростовской области.
6. В проведенном анализе состояния природной среды в 7 регионах Российской Федерации (Мурманская, Архангельская, Ленинградская, Московская, Воронежская, Ростовская области, Краснодарский край) в по-годовой статистике заболеваемости за 2008-2019 гг. (на 100000 населения) средние значения количества заболевших по перечисленным регионам указано более 100 000, например (179791+/-2226), (192486+/-3153), (112717+/-3434), (128232+/-1505), (141973+/-1869), (167684+/-1904), (128641+/-2757) соответственно. По-видимому, имеет место смешение понятий «количество заболевших» и «количество зарегистрированных случаев различных заболеваний», однако этот вопрос требует уточнения и корректировки.
7. Так же требует отдельного разъяснения 85- миллионный объем базы данных по заболеваемости в Санкт-Петербурге. С учетом того, что население мегаполиса составляет около 5 миллионов человек, коэффициент отношения количества заболеваний к количеству населения колеблется от 1,28 до 1,8 (см. пункт 6 замечаний), а количество рассматриваемых лет с 2015 по 2020 год составляет 6, можно оценить, что объем этой базы данных должен колебаться от 39 до 58 миллионов случаев. При объеме базы данных в 85 миллионов случаев требуется отдельное разъяснение причин столь высокой заболеваемости в Санкт-Петербурге, превышающей уровень по стране примерно в 1,5-2 раза. Или отдельное описание особенностей сбора представленной статистической информации, приводящих к такому существенному расхождению уровня заболеваемости. При наличии в списке Мурманской и Архангельской областей ссылки только на неудачные климатические условия в Санкт-Петербурге явно недостаточно для объяснения этого эффекта. При наличии в списке Московской области несостоятельной причиной оказывается ссылка на большую доступность медицины, чем в регионах.
8. Подписи на графиках и рисунках и в тексте диссертации, и в автореферате приведены на английском языке с использованием специальных терминов, что затрудняет восприятие. Особенно это касается рисунков 3, 4 и 7. Подписи под рисунками – русскоязычные.

В целом диссертация О.М. Ступишиной является законченным научно-квалификационной работой и развернутым исследованием биотропного воздействия метеорологических и гелиогеофизических факторов. А также представляет успешное решение актуальных задач, объединенных общим подходом с обеспечением возможности преодоления сложностей автоматизированного статического анализа больших баз биомедицинских данных.

Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям. Автореферат соответствует тексту диссертации. Автореферат и опубликованные работы отражают содержание диссертационной работы и характеризуют результаты исследований. Материалы рассматриваемой диссертации нашли отражение в 26 работах. Из них 7 работ в журналах из перечня журналов ВАК, 2

работы в журналах из перечня журналов Web of Science, 1 работа в журнале из перечня журналов Scopus, 16 работ в трудах конференций.

Автор диссертационного исследования на тему «Оценка биометеорологических факторов в разных регионах России статистическими методами» Ступишина Ольга Михайловна достойна присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент,
Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник отдела физики Солнца
и солнечно-земных связей
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института Земного магнетизма,
ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук

Рагульская

Рагульская
Мария Валерьевна

Подпись официального оппонента
Рагульской Марии Валерьевны заверяю
Ученый секретарь ИЗМИРАН

А.Р.



Контакты:

Почтовый адрес: 108840, г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе 4

Телефон: 8-495-8510105; 8-926-429-28-26

Электронная почта: ra_mary@mail.ru

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук

Занимаемая должность: старший научный сотрудник отдела физики Солнца и солнечно-земных связей Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук