

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (РГГМУ)

На правах рукописи
УДК 551.501.4

СТУПИШИНА ОЛЬГА МИХАЙЛОВНА

**ОЦЕНКА БИОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ
РОССИИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Специальность: 25.00.30 - Метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
к. ф.-м. н., доцент

Е. Г. Головина

Санкт-Петербург – 2022

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет»

Научный руководитель: **Головина Елена Георгиевна**
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры метеорологии,
климатологии и охраны атмосферы (МКОА)

Официальные оппоненты: **Андреев Сергей Сергеевич**
доктор географических наук,
профессор кафедры социально-гуманитарных
дисциплин частного образовательного
учреждения высшего образования
«Ростовский институт защиты
предпринимателя»

Рагульская Мария Валерьевна
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник отдела физики
Солнца и Солнечно-земных связей
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки «Институт земного
магнетизма и распространения радиоволн
им. Н.В.Пушкова Российской академии наук»
(ИЗМИРАН)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Главная геофизическая
обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО)»
(ФГБУ «ГГО»)

Защита диссертации состоится «29» сентября 2022 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.197.01 при Российском государственном гидрометеорологическом университете ФГБОУ ВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (РГГМУ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного гидрометеорологического университета по адресу: 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект 98 и на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет» по адресу: <https://www.rshu.ru/university/dissertations/files/>.

Автореферат разослан «8» августа 2022 г.
Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физико-математических наук, доцент



Т.С.Ермакова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Решением проблем, связанных с оценкой и прогнозом аномалий процессов в окружающей среде, опасных для биологических систем, занимаются специалисты, объединенные в образованное в 1956 году Международное общество биометеорологов - International Society of Biometeorology (ISB). ISB, как неправительственная организация, является членом Международного Совета Научных Союзов (МСНС) и поддерживает тесную связь с учреждениями ООН, такими как ВМО, ВОЗ, ФАО, ЮНЕСКО, ЮНЕП, и другими международными организациями [Бреус, 2009]. Это свидетельствует о признании актуальности работ в данной области. Разработанный в настоящей работе метод исследования целостных комплексов характеристик космической и земной погоды, зарегистрированных одновременно с различными состояниями живого организма, позволяет определить возможное влияние природной среды на биологические объекты и, в частности, оценить наиболее значимые для здоровья человека ее параметры, направленно влияющие на физиологические процессы в организме. Следствием такого исследования является объективная оценка опасных для здоровья человека состояний окружающей среды, что является актуальным вопросом охраны здоровья населения.

Цель работы и задачи исследования. Целью данного исследования является разработка методики оценки роли гелиогеофизических и метеорологических факторов в формировании условий реализации медико-биологических событий и проведение первичной оценки отдельных характеристик биометеорологического режима атмосферы различных регионов России.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработка и реализация методики формирования мультидисциплинарной базы данных суточных статистических характеристик гелиогеофизических и метеорологических полей;
2. Разработка схемы представления отклика объекта на вариации характеристик природной среды, определение категорий нормы и аномалии такого отклика;
3. Разработка и реализация методики отбора характеристик природной среды значимых и незначимых для исследуемых медико-биологических событий.
4. Выполнение оценки некоторых характеристик биометеорологического режима атмосферы различных регионов России на основе разработанной методики обработки междисциплинарной базы данных.

Методы исследования: Математические методы обработки данных, использованные в разработанных методиках: анализ описательных статистик, метод наложения эпох, элементы кластерного анализа, критерий проверки гипотез Манна-Уитни, критерий проверки гипотез Крускала-Уоллиса.

Достоверность полученных результатов: Исследования с применением указанных методик проводились многократно - в разных фазах 23-го и 24-го циклов солнечной активности (СА) и минимума СА, лежащих между 22-ым и 23-им циклами и между 23-им и 24-ым циклами, на разном медико-биологическом материале, в различных регионах России. Результаты подтверждены публикациями в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и индексируемых баз Scopus, Web of Science, РИНЦ.

1. На территории Санкт-Петербурга проводились следующие работы:

1.1. Анализ характеристик природной среды в дни с количеством ухудшений состояния кардиобольных, превышавшим среднее значение этой величины на 30%. Реабилитационный кардиологический санаторий «Черная речка». Октябрь 1995 г. Фаза минимума СА между 22-ым и 23-им циклами, медиана октябрьских значений планетарного индекса геомагнитной возмущенности, $A_p = (12 \pm 2,0)$ нТл (источник данных: Space Weather Prediction Center <https://www.swpc.noaa.gov/>); состояние атмосферных характеристик – близко к сезонной медиане каждого из метеопараметров. Обследовано 65 пациентов: 35 женщин и 30 мужчин, диапазон возрастов (20-80) лет разбит на группы по 10 лет. Медико-биологические данные предоставлены к.м.н. О.Ф. Мисюрой.

1.2 Такое же исследование в апреле 1997 г, фаза роста 23 цикла СА, медиана апрельских значений $A_p = (8 \pm 1,4)$ нТл; состояние атмосферных характеристик – близко к сезонной медиане каждого из метеопараметров. Обследовано 72 пациента: 37 женщин и 35 мужчин, диапазон возрастов (20-80) лет разбит на группы по 10 лет. Медико-биологические данные предоставлены

к.м.н. О.Ф. Мисюрой. Результат обоих исследований опубликован [Golovina E, Trubina M, Stupishina O, Misyura O, 1999].

1.3 Анализ состояния природной среды при различных величинах гемо-показателей (лейкоцитарный коэффициент, скорость оседания эритроцитов) пациентов с диагнозом «ишемическая болезнь сердца» (ИБС). 442 окружной военный клинический госпиталь им З.П. Соловьева. 25.05.2000 – 31.05.2001, максимум 23 цикла СА. Анализ проводился отдельно по календарным сезонам каждого года. Ар сезонов последовательно с весны 2000 г. по весну 2001 г.: (11+/-1,9), (12+/- 2,1), (10+/-1,5), (6+/-0,6), (10+/-2,0) нТл; состояние атмосферных характеристик – близко к климатической норме каждого из метеопараметров за исключением осени 2000 г, когда медианная за сезон величина атмосферного давления достигала 1020 гПа при норме для Санкт-Петербурга в 1013 гПа. Обследовано 539 пациентов-мужчин, диапазон возрастов (30-90) лет разбит на группы по 10 лет. Анализ проводился в каждой возрастной группе. Последовательное сравнение природных характеристик, зарегистрированных в дни значений каждого из гемо-показателей (а) максимальном, (б) минимальном, в пределах (с) верхней и (д) нижней квартилей с характеристиками дней указанных значений в рамках срединного отклонения распределений, построенных по выборкам количества обследованных пациентов в каждом из календарных сезонов. Величины выборок зависели от возраста пациентов и календарного сезона, медианная численность выборки – 22 человека. Медико-биологические данные предоставлены к.м.н. В.В. Гедеримом. Результаты исследования опубликованы [Golovina E.G, Lushnov M.S, Stupishina O.M, Stupishin A.G, 2004; Golovina E.G, Kalchuk V.U, Pirogova E.A, Stupishina O.M, Stupishin A.G, 2006; Головина Е.Г, Ступишина О.М, Пирогова Е.А, 2008].

1.4 Анализ состояния природной среды при различной динамике развития оплодотворенных клеток при процедуре экстракорпорального оплодотворения в центре планирования семьи г. Пушкин. 16.02.2000 – 19.12.03, максимум и фаза падения 23-го цикла СА. Анализ проводился отдельно по календарным сезонам каждого года. Ар сезонов последовательно с зимы 1999-2000 гг. по зиму 2003-2004 гг.: (6+/-0,6), (11+/-1,9), (12+/-2,1), (10+/-1,5), (6+/-0,6), (10+/-2,0), (11+/-0,5), (8+/-0,9), (7+/-0,6), (10+/-1,2), (11+/-0,6), (14+/-1,2), (12+/-0,7), (20+/-1,2), (19+/-1,4), (17+/-3,0), (12+/-2,0) нТл; состояние атмосферных характеристик – близко к климатической норме каждого из метеопараметров за исключением зимы 1999-2000 гг., когда медианная за сезон величина атмосферного давления упала до 1002 гПа, осени 2000 г. - медианная величина атмосферного давления достигала 1020 гПа, весны 2002 г. - медианная относительная влажность опустилась до 66% при норме для Петербурга около 80%, осени 2002 г. (медианная температура опустилась до (- 4) С° при сезонной норме для Санкт-Петербурга выше (+5) С°). Биологический материал получен от 272 пар женщин и мужчин, местных жителей, возрастные категории: (<20) лет, (20- 30) лет, (30- 40) лет, (>40) лет. Последовательно исследовались характеристики природной среды при (а) отсутствии дробления оплодотворенных клеток vs. дробление на 2-ой день после пункции клеток, (б) патологическое развитие vs. нормальное развитие в последующий (3-ий) день. Анализ проводился в каждой возрастной группе с учетом схемы стимуляции женщин и среды содержания оплодотворенных клеток. Медико-биологические данные предоставлены к.м.н. С.Е. Василевской. Результат исследования опубликован [Василевская С.Е, Ступишина О.М, Карелин А.О, Головина Е.Г, 2006].

1.5 Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике внезапных кардиальных смертей (ВКС) на улицах Санкт-Петербурга. 1.12.2001 – 30.12.2002, начало фазы падения 23 цикла СА при еще высоком для этого цикла уровне – интегральный радиопоток на волне 10,7 см менялся в диапазоне (180-160) солнечных единиц потока (с.е.п.). Анализ проводился отдельно по календарным сезонам каждого года. Ар сезонов последовательно с зимы 2001-2002 гг. по зиму 2002-2003 гг.: (7+/-0,6), (10+/-1,2), (11+/-0,6), (14+/-1,2), (12+/-0,7) нТл; состояние атмосферных характеристик – близко к климатической норме каждого из метеопараметров за исключением весны 2002 г. (сезонная медиана относительной влажности = 66%) и осени 2002 г. (медианная температура опустилась до (-4) С°). Посмертные диагнозы – ИБС и «инсульт». Обследовано 4550 случаев ВКС ИБС: 1429 ВКС женщин, 3121 ВКС мужчин, 362 случая ВКС при инсульте: 154 ВКС женщин, 208 ВКС мужчин, возрастной диапазон (30-90) лет разбит на группы по 10 лет. Анализ проводился в каждой возрастной-гендерной группе. Последовательное сравнение природных характеристик для

дней (а) максимального количества ВКС, (b) отсутствия ВКС, количества ВКС в пределах (с) верхней и (d) нижней квартилей с характеристиками дней количества ВКС в рамках срединного отклонения распределений указанных величин, построенных по выборкам количества обследованных людей в каждом из календарных сезонов. Медианная величина выборки ВКС ИБС: 89 мужчин, 35 женщин, выборки ВКС при инсульте: 7 мужчин, 5 женщин. Медико-биологические данные отобраны из протоколов службы судебно-медицинской экспертизы г. Санкт-Петербурга д.м.н. Г.А. Кухарчик. Результаты исследования опубликованы [Кухарчик Г.А, Головина Е.Г, Шабров А.В, Тенилова О.В, Реймова Ю.В, Павлова Г.В, Ступишина О.М, 2005].

1.6 Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике ВКС в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. 1.01.2002 – 30.12.2002. Фоновые характеристики природной среды те же, что и в предыдущем пункте. Схема исследования та же, что и в предыдущем пункте. Обследован 91 случай: 51 ВКС женщин, 50 ВКС мужчин. Медианная численность выборки: 8 женщин, 7 мужчин. Медико-биологические данные предоставлены д.м.н. А.М. Жирковым и к.м.н. Е.В. Щемелевой. Проводилось сравнение с результатами анализа предыдущего пункта. Результаты исследования опубликованы [Golovina E.G, Zhirkov A.M, Schemeleva E.V, Stupishina O.M, Stupishin A.G, 2006; Жирков А.М, Щемелева Е.В, Каменева Е.Г, Яцков П.В, Жиркова О.А, Ступишина О.М, 2008].

1.7 Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике ВКС на улицах Санкт-Петербурга. 1.12.2005-28.02.2007, фаза падения 23 цикла СА. Анализ проводился отдельно по календарным сезонам каждого года. Ар сезонов последовательно с зимы 2005-2006 гг. по зиму 2006-2007 гг: (6+/-1,5), (6+/-0,8), (6+/-0,5), (5+/-0,6), (2+/-0,9) нТл; метеопараметры, отличавшиеся от климатической нормы: медианная величина атмосферного давления зимой 2005-2006 гг. превышала климатическую норму (1018 гПа), зимой 2006-2007 гг. опускалась ниже климатической нормы (1006 гПа), медиана относительной влажности летом упала до 66%. Посмертные диагнозы – ИБС и «инсульт». Обследовано 7602 случаев ВКС ИБС: 3206 ВКС женщин, 4342 ВКС мужчин, 524 случаев инсульта: 208 ВКС женщин, 316 ВКС мужчин, возрастной диапазон (30-90) лет, разбит на группы по 10 лет. Медианная величина выборки ВКС ИБС: 147 мужчин, 105 женщин, выборки ВКС при инсульте: 11 мужчин, 4 женщины. Анализ проводился в каждой возрастной-гендерной группе. Категории сравнения те же, что и предыдущих пунктах. Медико-биологические данные отобраны из протоколов службы судебно-медицинской экспертизы г. Санкт-Петербурга д.м.н. Г.А. Кухарчик. Результат исследования опубликован [Кухарчик Г.А, Шабров А.И, Головина Е.Г, Ступишина О.М, Реймова Е.В, Юбрина И.В, 2008].

1.8 Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге в один сезон по 6 источникам медицинских данных: (1) ВКС на улицах Санкт-Петербурга с посмертным диагнозом ИБС (1044 случая: 730 мужчин, 314 женщин), (2) ВКС на улицах Санкт-Петербурга с посмертным диагнозом «инсульт» (88 случаев: 50 мужчин, 38 женщин), (3) ВКС в НИИ Скорой Помощи (19 случаев: 10 мужчин, 9 женщин), возрастной диапазон (30-90) лет, группы по 10 лет; (4) вызовы городской службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (93 случая, без разделения по половому и возрастному признакам), (5) вызовы пригородной (г. Сестрорецк) службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (60 случаев, без разделения по половому и возрастному признакам), (6) вызовы районной (Петроградский район Санкт-Петербурга) службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (77 случаев, без разделения по половому и возрастному признакам). Лето 2002 г. Начало фазы падения 23 цикла СА при еще высоком для этого цикла уровне – медиана интегрального радиопотока на волне 10,7 см - 160 с.е.п. Ар (11+/-0,6) нТл; состояние атмосферных характеристик – близко к сезонной норме каждого из метеопараметров. Анализ состояния природной среды проводился для селектированных дней: (а) все 6 источников сообщают о максимальном количестве или о количестве в рамках верхней квартили сезонного распределения летальных исходов, (b) все 6 источников сообщают о количестве летальных исходов в рамках срединного отклонения сезонного распределения, (с) все 6 источников сообщают об отсутствии летальных исходов. Отобрано, соответственно, (а) 7 дней, (b) 4 дня, (с) 4 дня. Медико-биологические данные отобраны из протоколов службы судебно-медицинской экспертизы г. Санкт-Петербурга д.м.н. Г.А. Кухарчик, сведения по вызовам скорой помощи предоставлены

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован [Olga M. Stupishina, Elena G. Golovina, 2018].

1.9 Анализ состояния природной среды при различных вариациях сердечного ритма (стандартное отклонение длины нормального интервала (Normal-to-Normal (NN) interval). 16.01.2006 – 5.09.2009. Временной промежутков, близкий к минимуму СА. Ар каждого из сезонов последовательно с зимы 2005-2006 гг. по осень 2009 г: (6+/-1,5), (6+/-0,8), (6+/-0,5), (5+/-0,6), (2+/-0,9), (6+/-0,8), (6+/-0,5), (5+/-0,6), (6+/-0,8), (8+/-0,6), (5+/-0,5), (4+/-0,6), (3+/-0,3), (4+/-0,3), (4+/-0,4), (2+/-0,3) нТл; метеопараметры, отклонившиеся от климатической нормы: медианная величина атмосферного давления зимой 2005-2006 гг. превышала климатическую норму (1018 гПа), зимой 2006-2007 гг. опускалась ниже климатической нормы (1006 гПа), летом 2007 и летом 2008 не превышала 1000 гПа, медиана облачности держалась на высоком уровне (≥ 6 баллов) весь временной интервал, медиана относительной влажности летом упала до 66%, медиана зимних температур поднялась до 0 С° зимой 2007-2008 гг, опустилась до (-8) С° зимой 2009-2010 гг. при среднем значении за последние 20 лет – (-3) С° для Санкт-Петербурга. Обследовано 27 человек: 17 женщин, 10 мужчин, обследования каждого пациента проводились многократно на протяжении нескольких лет до кардиологического события (инфаркт или смерть), общее количество наблюдений: 137, медианное количество обследований каждого пациента: 4. По каждому человеку проводилось отдельное исследование: сравнивались характеристики природной среды в дни (а) максимальных, (b) минимальных, (c) средних значений стандартных отклонений NN-интервала, (d) в день инфаркта, (e) в день смерти. Медико-биологические данные предоставлены врачами медицинской академии им. И.И. Мечникова д.м.н. Г.А. Кухарчик и к.м.н. Ю.В. Реймовой. Работа опубликована [Ступишина О.М, Головина Е.Г, 2019].

1.10 Анализ состояния природной среды в случаях различного ежедневного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов ИБС по данным клиник Калининского района Санкт Петербурга. 2006-2009 гг. Характеристики природной среды те же, что и в предыдущем пункте. Проанализировано 15120 вызовов: 10919 вызовов к женщинам, 4201 вызовов к мужчинам. возрастной диапазон (20-90) лет разбит на группы по 10 лет. Отобраны случаи: (а) максимального количества вызовов по всем возрастным группам внутри гендерной категории – исследовались дни совпадения этого показателя для всех возрастных групп, (b) полного отсутствия вызовов в любой гендерно-возрастной группе, (c) количества вызовов в рамках срединного отклонения сезонного распределения в каждой гендерно-возрастной группе – исследовались дни совпадения этого показателя для всех возрастных групп. Медианное количество дней за сезон, соответственно: (а) 1 день (11 вызовов за день в группе женщин, 7 – в группе мужчин), (b) 19 дней, (c) в группе мужчин – 20 дней (2 вызова в сезон), в группе женщин – 29 дней (2 вызова в сезон). Сведения по вызовам предоставлены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован [Stupishina O.M, Golovina E.G, Noskov S.N, 2021; Olga M. Stupishina, Elena G. Golovina, Sergei N. Noskov, Gennady B. Eremin and Sergei A. Gorbanev, 2021].

1.11 Анализ состояния природной среды в Санкт-Петербурге при различной по-годовой статистике заболеваемости. 2015-2020 гг. Фаза падения 24 цикла СА. Временному промежутку с зимы 2014-2015 гг. по весну 2017 соответствовал Ар в интервале (8,5 – 11) нТл, начиная с лета 2017 Ар не превышал 6 нТл, за исключением осени 2017 (Ар= (9+/-1,5) нТл); метеопараметры, отклонявшиеся от климатической нормы: медианная за сезон величина атмосферного давления осенью 2014 г. поднялась до 1021 гПа, летом 2017 г. опустилась до 1000 гПа, зимой 2019-2020 гг опустилось до 1005 гПа, медиана облачности весь промежуток времени не опускалась ниже 6 баллов, медианная температура воздуха весны 2017 г. была ниже ее значений в окрестные годы – (+4) С° vs. (+7) С°, медиана зимней температуры 2019-2020 гг. поднялась до 0 С°, относительная влажность лета 2019 г. упала до 64%. Исследовано 84908819 случаев, без разделения по половому и возрастному признаку. Проводился поиск особых точек на годовой линии изменения количества заболеваний, для выделенных лет рассматривались характеристики природной среды в сравнении с таковыми для окрестных лет. Сведения по количеству заболеваний предоставлены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован в отчете медицинского учреждения.

2. В различных географических регионах России проводились следующие работы:

2.1 Анализ состояния природной среды при различных состояниях здоровья студентов РГГМУ на практике в природном биосферном заповеднике г. Туапсе. Июль 2014 г. Фаза максимума 24 цикла СА, Ар = $(5+/-0,3)$ нТл, метеорологические условия на территории заповедника близки к сезонной норме. Обследовано 6 человек: 3-ое мужчин, у всех возраст 20 лет, 3 женщины, у двоих возраст 20 лет, у одной возраст 71 год (преподаватель). Проводились сравнения природных характеристик в случаях средних и аномальных показателей состояния внутренних систем организма, измеряемые в полевых условиях с помощью мобильного программно-аппаратного комплекса Газоразрядной Визуализации, разработанного д.т.н. К.Г. Коротковым. Результат доложен в виде отчета на семинаре Короткова К.Г, 2015.

2.2 Анализ состояния природной среды при разных ежедневных количествах вызовов врача при различных диагнозах в г. Владикавказ (Республики Северная Осетия-Алания Российской Федерации). 1.04.2008-31.12.2009 гг, за исключением августа 2008 г, апреля, мая и июня 2009 г. Временной промежуток, близкий к минимуму СА. Анализ проводился отдельно по каждому сезону, Ар сезонов последовательно с весны 2008 г. по зиму 2008-2009 гг: $(8+/- 0,6)$, $(5+/-0,5)$, $(4+/-0,6)$, $(3+/- 0,3)$ нТл, с лета 2009 г. по зиму 2009-2010 гг: $(4+/-0,4)$, $(2+/-0,3)$, $(2+/-0,3)$ нТл; метеопараметры на территории Владикавказа в исследованный временной интервал были близки к климатическим нормам данного региона. Обследовано 10149 вызовов скорой помощи по причине ИБС: 6293 вызова к женщинам, 3856 вызовов к мужчинам, возрастной диапазон (20-90) лет разбит на группы по 10 лет. Медианы гендерных-возрастных-сезонных выборок: 67 мужчин, 97 женщин. Исследование проведено по схеме, описанной выше в п.10. Данные предоставлены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован в отчете медицинского учреждения.

2.3 Анализ состояния природной среды при различных ежемесячных количествах вызовов врача при различных диагнозах в г. Владикавказ. 1.01.2001-31.12.2010 гг. Фазы максимума и падения 23-го цикла СА, минимума между 23-им и 24-ым циклами, начало фазы роста 24-го цикла. Ар в исследованный временной интервал был максимальным – $(12+/-2,1)$ нТл – летом 2001 г. и минимальным – $(2+/-0,9)$ нТл осенью 2007 г, $(2+/-0,3)$ нТл осенью 2009 г. и зимой 2009-2010 г; метеопараметры на территории Владикавказа в исследованный временной интервал были близки к климатическим нормам данного региона. Обследовано 526192 вызовов без разделения по гендерным и возрастным признакам. Проводился поиск особых точек на месячной линии изменения количества заболеваний, для выделенных месяцев рассматривались характеристики природной среды в сравнении с таковыми для окрестных месяцев. Сведения по количеству заболеваний предоставлены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован в отчете медицинского учреждения.

2.4 Анализ состояния природной среды при различных ежедневных количествах вызовов врача при различных диагнозах в городе Глазов (Удмуртской республики Российской Федерации). 1.01.2015-31.12.2016 гг. Максимум и фаза спада 24 цикла СА, Ар по сезонам с зимы 2014-2015 гг. по зиму 2015-2016 гг: $(9,5+/-0,7)$, $(8,5+/-1,5)$, $(9+/-1,3)$, $(11+/-1,5)$, $(9,5+/-1,0)$, $(9+/-0,7)$, $(11+/-1,3)$, $(9+/- 0,7)$ нТл, метеопараметры, отклонявшиеся от сезонной нормы: весной 2016 г. случилось падение атмосферного давления до 935 гПа, при сезонной норме в 1013 гПа для Глазова, веснами 2015 г. и 2016 г. наблюдался большой разброс величин относительной влажности – от 100% до 20%, осенью 2015 г. и зимой 2015-2016 гг. наблюдались дни со скоростью ветра больше 12 м/с. Обследовано 64856 вызовов: 35051 вызов к хроническим больным, 29805 вызовов по причине внезапных заболеваний без разделения по гендерному и возрастному признакам. Последовательное сравнение характеристик природной среды в дни (а) максимального количества вызовов, (б) минимального количества вызовов, (с) вызовов в пределах верхней и (д) нижней квартилей, (е) вызовов за 10-перцентильной и (ф) 90-перцентильной критической точками с характеристиками дней с величинами количества вызовов в рамках срединного отклонения. Медико-биологические данные предоставлены управлением медицинской статистики г. Глазов. Результаты доложены в виде отчета учреждению, предоставившему данные.

2.5 Анализ состояния природной среды при началах неблагоприятных для здоровья человека синоптических явлений [Григоров И.И., Парамонов И.Г, 1971; Овчарова В.Ф, Бутьева И.В, 1982] –

длительных периодов (ДП) (свыше 10 дней) сохранения различных барических образований в атмосфере над г. Тамбов. Сравнение с подобной ситуацией над Санкт-Петербургом 1.01.2007-31.12.2013 гг. Фаза минимума между 23-им и 24-ым циклами СА, фазы роста и максимума 24 цикла СА. Ар с зимы 2006-2007 гг. по зиму 2013-2014 гг: (6+/-1,5), (6+/-0,8), (6+/-0,5), (2+/-0,9), (6+/-0,8), (8+/-0,6), (5+/-0,5), (4+/-0,6), (3+/-0,3), (4+/-0,3), (4+/-0,4), (2+/-0,3), (2+/-0,3), (5+/-0,9), (6+/-0,6), (4+/-0,4), (3,5+/-0,4), (6+/-0,8), (8+/-0,7), (4+/-1,0), (5+/-0,4), (8+/-1,0), (8,5+/-0,8), (5+/-0,9), (4+/-0,3), (6+/-0,7), (8+/-0,9), (5+/-0,6), (5,5+/-0,8) нТл. Рассматривались случаи длительного сохранения барических образований с (а) циклоническими и (б) антициклоническими признаками. Сравнялось состояние характеристик космической погоды (КП) при началах указанных долгоживущих образований vs. при началах таких же образований, но сохранявшихся не дольше 5-7 дней, что соответствует естественному синоптическому периоду (ЕСП) на европейской части России, по Мультиановскому [<http://meteorologist.ru>]. Анализировались ДП-ситуации: Санкт-Петербург – 14 случаев (10 образований с циклоническими признаками, 4 – с антициклоническими); Тамбов – 26 случаев (12 образований с циклоническими признаками, 12 – с антициклоническими, 2 случая малоградиентного поля (высокого и низкого давления). Без привлечения медико-биологического материала. Синоптическая ситуация оценивалась по источнику [<https://www.wetterzentrale.de/>] и картам Гидрометцентра по г. Тамбову. Результаты опубликованы [Stupishina O.M, Golovina E.G, 2020, 2021, 2022].

2.6 Анализ состояния природной среды при началах и концах неблагоприятного для здоровья человека синоптического явления неустойчивости – ежедневной смене барических образований в атмосфере над городом Омск. 14.01.2006-25.01.2007; 9.01.2017-26.12.2018. Фазы завершения 23 цикла и 24 циклов СА. Сравнялось состояние характеристик КП при началах указанных явлений vs. при началах ЕСП отдельно для циклонических и антициклонических образований. Ар с зимы 2006-2007 гг. по зиму 2007-2008 гг: (6+/-1,5), (6+/-0,8), (6+/-0,5), (2+/-0,9), (6+/-0,8) нТл, с зимы 2016-2017 гг. по зиму 2017-2018 гг: (9+/-0,7), (8+/-1,1), (6,5+/-0,8), (9+/-1,5), (5+/-0,5) нТл. Рассмотрено 33 случая неустойчивости. Сравнения с Санкт-Петербургом не проводилось по причине редкости такого явления в атмосфере Санкт-Петербурга. Медико-биологический материал не привлекался. Синоптические данные получены из Гидрометцентра по г. Омску. Результаты доложены в виде отчета обладателю данных.

2.7 Анализ состояния природной среды в 7 регионах Российской Федерации (Мурманская, Архангельская, Ленинградская, Московская, Воронежская, Ростовская области, Краснодарский край) при различной по-годовой статистике заболеваемости, 2008-2019 гг. (соответственно, на 100000 населения средние значения количества заболевших в указанные годы по перечисленным регионам.: (179791+/-2226), (192486+/-3153), (112717+/-3434), (128232+/-1505), (141973+/-1869), (167684+/-1904), (128641+/-2757). Без разделения по гендерным и возрастным признакам. Временной интервал охватил все фазы 24 цикла СА. Минимальный Ар (2+/-0,3) нТл регистрировался осенью 2009 г. и зимой 2009-2010 гг, максимальный (11+/-1,3) нТл – осенью 2016 г. Метеорологическая обстановка оценивалась в каждом регионе. Проводился поиск особых точек на годовой линии изменения количества заболеваний, для выделенных лет. Такими точками оказались: 2009 г. – рост количества заболеваний во всех 7 регионах по сравнению с 2008 г., в среднем, на 3%, по сравнению с 2010 – в среднем, на 1 %; 2012 г. – падение количества заболеваний во всех 7 регионах по сравнению с 2011 г, в среднем, на 24%, по сравнению с 2013 г. – в среднем, на 25%. Анализировались характеристики природной среды в сравнении с таковыми для окрестных лет (триады лет 2008-2009-2010 и 2011-2012-2013). Сравнялись указанные характеристики для 2009 г. vs. 2012 г. Сведения по количеству заболеваний предоставлены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Результат опубликован в отчете медицинского учреждения.

Независимо от конкретной геомагнитной и метеорологической ситуации каждого отдельного исследования набор характеристик природной среды всегда был одинаков. Причина – в возможности определить значимые и незначимые для данного исследования природные параметры. Механизм селекции параметров внешней среды описан в Главе 3.

Природными характеристиками являлись: (1) параметры проявления солнечной активности, характеризующие ее глобальные вариации – интегральный радиопоток от диска Солнца на волне

10,7см (солнечные единицы потока (с.е.п.), 10^{-22} Вт/Гц*м²), число Вольфа с множителем 1 (безразмерная величина), суточное количество новых активных областей (количественная величина), общая площадь пятен в единицах миллионных долей полусферы Солнца; вспышечная компонента солнечной активности – количество вспышек в оптическом и рентгеновском диапазонах, селектированных соответственно баллам площади и интенсивности (количественная величина), количество радиовсплесков, селектированных соответственно интенсивности, ширине диапазона и типу (количественная величина), источник данных - Space Weather Prediction Center (<https://www.swpc.noaa.gov/>); (2) параметры, характеризующие радиационную ситуацию в околоземном пространстве – соотношение потоков альфа-частиц и протонов в солнечном ветре (безразмерная величина), широтный и долготный углы потока плазмы в солнечном ветре в геоцентрической эклиптической системе координат (градусы дуги), давление потока плазмы (нПа) и скорость потока плазмы (км/с) в солнечном ветре, плотности потоков электронов с энергиями $E > (0,8; 2)$ МэВ (электрон/см³) и плотности потоков протонов с энергиями $E > (1; 2; 4; 10; 30; 60; 100)$ МэВ (протон/см³) в солнечном ветре, общая концентрация протонов в солнечном ветре (протон/см³), общая температура протонов в солнечном ветре (К⁰), фоновые потоки рентгеновского излучения в диапазонах (0,4-5) Å и (1-8) Å ($E < 1 * 10^{-3}$ эрг/см²*с), счет нейтронного монитора (%- отклонение от фонового уровня); напряженность электрического поля в околоземном пространстве (мВ/м), источник данных - Satellite GOES data source: Space Weather Prediction Center (<https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg>) и Space Weather Prediction Center (<https://www.swpc.noaa.gov/>); (3) параметры, характеризующие состояние геомагнитного поля – эвклидова норма вектора напряженности геомагнитного поля и усредненная по 1-минутному интервалу, измеренная величина полного вектора напряженности геомагнитного поля (ГМП) на высоте геостационарной орбиты (нТл), усредненные по 1- минутному интервалу величины x-, y-, z-компонент ГМП на высоте геостационарной орбиты (нТл), источник данных - Satellite GOES data source: Space Weather Prediction Center (<https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg>); напряженность ГМП на высоких широтах, станция College, умеренных широтах, станция Fredericksburg, вычисленная оценочная планетарная величина Ap (нТл), источник данных Space Weather Prediction Center (<https://www.swpc.noaa.gov/>), напряженность x-, y-, z-компонент ГМП на широте Санкт-Петербурга, станции Красное Озеро, ИЗМИРАН, станция Nurmijarvi, Finland geomagnetic net, источник данных - INTERMAGNET – the global network of observatories monitoring the Earth's magnetic field, Nurmijarvi observatory, Saint Petersburg observatory (www.intermagnet.org); (4) параметры, характеризующие состояние электрического поля атмосферы (ЭПА) – градиент напряженности ЭПА, максимальный внутрисуточный разброс (В/м), коэффициент униполярности (безразмерная величина), обсерватория Воейково; (5) параметры, характеризующие изменение барического поля атмосферы – атмосферное давление (гПа), плотность нижней облачности (условные баллы), скорость ветра (м/с), (6) параметры, характеризующие влажность воздуха – относительная влажность (%), температура точки росы (С⁰), дефицит температуры точки росы (С⁰), (7) параметры, характеризующие температуру воздуха (С⁰), параметры, характеризующие весовую долю кислорода в воздухе (%), источник атмосферных данных – <https://rp5.ru/>.

Научная новизна. По завершении данной работы получены следующие новые научные результаты:

Результаты теоретического характера:

1. Одна из групп характеристик космической погоды - проявления солнечной активности (СА) - представлены более полно, чем в работах предыдущих исследователей, рассматривающих, как правило, только глобальные индексы вариаций солнечной активности. В данной работе рассматриваются две компоненты таких вариаций: (1) глобальные вариации СА и (2) вариации вспышечной компоненты СА.
2. Впервые предложен и разработан метод оценки сезонной нормы и сезонной аномалии гелиогеофизических и метеорологических факторов для условно спокойного (не катастрофического) состояния природной среды;
3. Впервые предложен и разработан метод оценки сезонной нормы и сезонной аномалии количества биометеорологических событий.
4. Впервые предложен метод отбора значимых и незначимых для восприятия биологическим

объектом факторов природной среды.

5. Впервые предложен и разработан метод определения момента начала и дальнейшего характера изменений параметров природной среды. Результат локализует биометеорологическое событие на линии смены погоды.

Результаты практического характера:

1. Впервые предложен и разработан метод поиска дня максимального различия комплексов природных параметров, соответствующих нормальному и аномальному количеству биометеорологических событий, так же, как и различающимся медико-биологическим показателям, во временном интервале до дня реализации этого события. Результата служит оценке заблаговременности прогноза состояния природной среды для медицинских целей.

2. Впервые предложен и разработан метод поиска возможных неучтенных параметров природной среды, предположительно, оказавших воздействие на биологический объект, путем оценки структуры природных комплексов, соответствующих нормальному и аномальному количеству биометеорологических событий, так же, как и различающимся медико-биологическим показателям, в дни максимального различия таких комплексов во временном интервале после дня биометеорологического события. Такие параметры определяют неучтенные фронтальные эффекты уже учтенных в исследовании характеристик среды. Результат служит расширению предикторов прогноза состояния природной среды для медицинских целей.

3. 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.

4. 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.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Методика анализа одновременной изменчивости характеристик земной и космической погоды и медико-биологических показателей, позволяющая определить природные факторы, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий, т.е. оценить влияние погоды на жизнедеятельность человека.

2. 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.

3. 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.

Практическая ценность новых научных результатов. Исследование имеет практическую значимость для организации и работы службы, формирующей прогноз аномальной земной и космической погоды, необходимый для проведения административными органами и работниками здравоохранения профилактических мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия для различных направлений жизнедеятельности населения, позволяет определить факторы риска для жизни и здоровья человека.

Реализация и внедрение результатов исследований

1. База данных природной среды по результатам исследования 2008-2019 гг. в 7 регионах России зарегистрирована в государственном реестре регистрации баз данных 14.08.21, № 20211621736, с названием «Заболееваемость, смертность и доходы населения на территории Российской Федерации»

с учетом широты местности за одиннадцатилетний цикл солнечной активности Швабе-Вольфа (2008-2019 гг.)», Авторы: Носков Сергей Николаевич, Копытенкова Ольга Ивановна, Еремин Геннадий Борисович, Головина Елена Георгиевна, Ступишина Ольга Михайловна, Кирьянова Марина Николаевна, Мироненко Ольга Васильевна.

2. Получен патент «RU 131127 МКПО 19-07», «Схема алгоритма влияния природно-климатических факторов на здоровье населения и среду обитания», Дата регистрации 06.06.2022, Дата, с которой исчисляется срок действия патента 25.11.2021, Авторы Носков Сергей Николаевич, Еремин Геннадий Борисович, Копытенкова Ольга Ивановна, Ступишина Ольга Михайловна, Головина Елена Георгиевна, Никанов Александр Николаевич.

3. Получен патент «RU 131128 МКПО 19-07», «Схема алгоритма выявления связи между земной и космической погодой, биосферой и здоровьем населения», Дата регистрации 06.06.2022, Дата, с которой исчисляется срок действия патента 25.11.2021, Авторы: Носков Сергей Николаевич, Еремин Геннадий Борисович, Ступишина Ольга Михайловна, Головина Елена Георгиевна, Карелин Александр Олегович, Мироненко Ольга Васильевна.

Личный вклад автора. Все положения, выносимые на защиту, основанные на результатах исследований, проведенных автором самостоятельно. Личный вклад автора заключается в постановке целей и формулировке задач исследований, обосновании выбора теоретических и расчетных методов решения поставленных задач, анализе полученных данных и их интерпретации.

Апробация Основные результаты исследований, изложенные в диссертации, докладывались и обсуждались на конференциях, форумах и конгрессах:

1. Influence of the urban atmosphere on human health. Proc. Of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology Sydney, Australia, November 8-12, 1999»;

2. Научная конференция стран СНГ и Прибалтики «Активные процессы на Солнце и звездах», Санкт-Петербург, Главная Астрономическая Обсерватория, Пулковое 1-6 июля, 2002 г.

3. Апатитский Семинар «Физика авроральных явлений», Апатиты, Институт Прикладной Геофизики, 2-5 марта, 2004 г.

4. Симпозиум «Императивы экологии человека XXI века, Санкт-Петербург, 15 января 2005 г.

5. Международная конференция «Погода и биосистемы», Санкт-Петербург, РГГМУ, 11-14 октября 2006 г.

6. Второй Санкт-Петербургский международный экологический форум «Окружающая среда и здоровье», 1-4 июля 2008, Санкт-Петербург, Россия;

7. IX Международная крымская конференция «Космос и Биосфера», 10-15 октября 2011 г. Алушта, Крым, Украина;

8. VI Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», 2-6 июля 2012 г, Санкт-Петербург, Россия;

9. X Международная крымская конференция «Космос и Биосфера», 23-28 сентября 2013 г. Коктебель, Крым, Украина;

10. V International Conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS 2016), June 19-25, 2016, Kaliningrad, Russia.

11. XX Всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца. Солнечная и Солнечно-земная физика, 10-14 октября 2016 г, Пулковое, Санкт-Петербург, Россия.

12. VI International Conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS 2016), June 3-8, 2018, Kaliningrad, Russia.

13. VIII Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. Санкт-Петербург, 10-14 сентября 2018 г.

14. XIII Международная крымская конференция «Космос и Биосфера» Конференция посвящена 50-летию Крымской школы электромагнитной биологии, 23-28 сентября 2019 г.

15. Pan-Eurasian Experiment (PEEX) - Observation, Modelling and Assessment in the Arctic-Boreal Domain. EGU. Vienna 2020.

16. XIV Международная Крымская конференция «Космос и Биосфера», 25-28 мая, 2021, Симферополь, формат Zoom-конференции

17. 1st virtual and 22nd International Congress of Biometeorology, 2021, September 20-September 22, формат Zoom-конференции

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа выполнена в соответствии с Паспортом специальности ВАК РФ: 25.00.30 - «Метеорология, климатология, агрометеорология» по областям исследований по следующим пунктам: п. 14. «Микроклимат природных объектов, микроклимат мегаполисов»; п. 16. «Метеорология и экология»; п. 17. «Прикладная климатология - атмосфера и строительство, медицина, курортология, транспорт, лесоведение».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 26 работ. 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.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списков литературы (список публикаций по теме диссертации, список цитируемой литературы), двух приложений. Объем диссертации - 116 страниц машинописного текста (86 страниц основного текста, 19 страниц приложений, 11 страниц списков литературы). Список цитируемой литературы включает 104 источника (из них 44 на русском и 55 на иностранных языках, 5 ссылок на сайты данных). Работа содержит 15 рисунков и 5 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении проведен краткий обзор направлений в исследовании влияния окружающей среды на живой организм на основе работ по гелиобиологии и биометеорологии, публиковавшихся на протяжении XX в и в XXI в. Обусловлена необходимость разработки комплексного подхода к решению проблемы воздействия внешней среды на живой организм со ссылкой на опыт введения биоклиматических индексов. Обоснована актуальность темы исследования, определена цель работы и поставлены задачи для ее достижения. Указаны применяемые методы исследования с перечислением использованных математических методов обработки данных. Оговорена достоверность полученных в работе результатов. Определена научная новизна работы с детализацией новизны результатов относительно практического и теоретического их значения. Описаны основные положения, выносимые на защиту. Указаны документы, подтверждающие реализацию и внедрение в практику полученных результатов. Указан личный вклад автора. Приведены сведения об апробации и публикациях по теме диссертации.

В **Главе 1** представлен анализ возможных ошибок при поиске связей между вариациями окружающей среды и состоянием живого организма. Такими ошибками являются: (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.

В **Главе 2** представлена методика обработки входных данных и получения выводов о возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием живого организма, разработанная с учетом и во избежание ошибок, проанализированных в Главе 1. Проведено обсуждение характера входных данных: (1) данные могут содержать подробную входную информацию, позволяющую сформировать типические однородные группы для проведения анализа; (2) данные могут не содержать детальных признаков исследуемого материала, но представлять собой выборки большого размера. Описаны процедуры проведения исследования для каждого вида входных данных.

Процедура исследования при наличии подробно-детальных входных данных:

- Для медико-биологических данных определить категории состояния исследуемого живого организма через понятия «нормы» и «аномалии» в однородной группе объектов в каждом календарном сезоне года (автоматически учитывается фаза цикла солнечной активности в данном году). Предложено за «норму» считать величины медико-биологических показателей в рамках срединного отклонения их сезонных распределений, «аномалии» определять по критическим

точкам этих распределений. Для факта регистрации «нормы» или «аномалии» введено понятие «*биометеорологического события*».

• Для характеристик природной среды определить отношение каждого зарегистрированного значения такой характеристики к ее сезонной медиане, принимая такую медиану сезонной нормой данной характеристики. Указанное отношение предложено определить посредством процедуры стандартизации:

$$x_{st} = \frac{x - x_{0.5\,season}}{\sigma_{x\,season}}$$

где x_{st} – стандартизованное значение величины природной характеристики, x – измеренное значение величины природной характеристики, $x_{0.5\,season}$ – медианное значение, $\sigma_{x\,season}$ – величина стандартного отклонения зарегистрированной величины природной характеристики, вычисленные по выборке величиной в календарный сезон.

Такая обработка позволяет:

- а) Представить весь природный комплекс единым целым, а именно: набор разнородных параметров, переведенных в одинаковые по смыслу условные единицы, описывающие отклонение каждого из параметров от его сезонного центра распределения, превращается в выборочную совокупность, для которой можно рассчитывать описательные статистики, следовательно, получать возможность характеризовать весь комплекс в целом, например, его математическим ожиданием и дисперсией.
- б) Оценить степень отклонения всего природного комплекса от его нормы для данного календарного сезона (близость математического ожидания такой выборочной совокупности к нулю означает близость всего природного комплекса к своей сезонной норме).
- с) Проводить сравнение различных природных комплексов, соответствующих дням различных состояний биологических объектов, по их описательным статистическим характеристикам. В случае различия характеристик таких природных комплексов можно говорить о различии условий, в которых формируются разные состояния биологических объектов

Введено понятие «*Комплекс Погоды*» для наборов характеристик природной среды, зарегистрированных в определенную дату. Состав указанных комплексов описан в параграфах «Достоверность полученных результатов», в Главе 4 и Приложении А.

Входные данные, прошедшие предобработку, предложено рассортировать по датам наблюдения так, чтобы каждому биометеорологическому событию соответствовал Комплекс Погоды, зарегистрированный одновременно с указанным событием.

Обусловлена необходимость исследования таких Комплексов Погоды не только в день регистрации биометеорологического события, но и в промежутке интервала наложенных эпох вокруг такого дня. Величина промежутка определена в +/- 5 дней относительно реперного дня биометеорологического события. Обусловлена необходимость поиска дней максимального различия указанных Комплексов Погоды: (а) в промежутке половинного интервала, от (-5)-дня до реперного дня – найденный день имеет прогностическую ценность, (б) на всей линии дней интервала – найденный день локализует биометеорологическое событие на линии смены погоды. Математический аппарат поиска дней максимального различия описан в Главе 3.

Предложено провести селекцию элементов Комплексов Погоды в найденные дни максимального их различия и в реперный день биометеорологического события, оставив для дальнейшего анализа только такие природные характеристики, значения которых будут различаться между собой при соответствии разным категориям биометеорологических событий в указанные дни. Различие 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. Механизм селекции описан в Главе 3. Введено понятие «*рабочих параметров*». Предложена процедура дальнейшего анализа рабочих параметров. Приведена блок-схема описанного метода обработки.

Процедура исследования при наличии лишенных детализации, представленных большими выборками данных: выявление на временном промежутке в несколько лет/месяцев поведения исследуемого медико-биологического параметра с определением экстремальных лет/месяцев – составление Комплексов Погоды для каждого года/месяца исследуемого временного интервала –

анализ характеристик исследуемых лет/месяцев с точки зрения (а) космической погоды (положение на линии смены фаз цикла солнечной активности), (б) земной погоды (наличие аномальных климато-метеорологических характеристик) – вычисление статистик центров распределений каждой из природных характеристик по выборкам величиной в год/месяц для каждого исследуемого промежутка времени – анализ достоверности сходства/различия параметров природной среды, характеризующих соседние годы/месяцы на кривых поведения медико-биологического показателя с помощью критерия проверки гипотез Крускала-Уоллиса при нулевой гипотезе о сходстве распределений каждого из параметров внешней среды, входящего в Комплекс Погоды в сравниваемые годы/месяцы. Приведена блок-схема описанного метода обработки.

В Главе 3 описан математический аппарат: (а) поиска дня максимального различия Комплексов Погоды в интервале наложенных эпох и (б) селекции элементов Комплекса Погоды по признаку их различия в указанный день.

Обусловлена возможность применения элементов кластерного анализа, а именно, вычисления межкластерного расстояния, для Комплексов Погоды, составленных из стандартизованных природных характеристик – такие комплексы уже представляют собой кластеры, сформированные по признаку принадлежности к каждому из исследуемых различающихся биометеорологических событий. Межкластерное расстояние предложено определять евклидовой

нормой. $distance(\vec{X}, \vec{Y}) = \|\vec{X}, \vec{Y}\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{0.5i} - y_{0.5i})^2}$, где i – номер характеристики природной среды, N – количество характеристик природной среды, точки \vec{X}, \vec{Y} соответствуют двум различным исследуемым категориям биометеорологических событий, $x_{0.5i}$ и $y_{0.5i}$ – медианы координат многократных наблюдений природных характеристик при соответствии их указанным категориям биометеорологических событий.

Метод нахождения максимального евклидова расстояния, вычисленного для каждого из дней интервала наложенных эпох. Необходимым условием определения такого максимального расстояния является установление порога достоверности различия распределений проекций на линию межкластерного расстояния значений характеристик природной среды, полученных из многократных наблюдений каждого из разных исследуемых биометеорологических событий.

Предложено три способа определения названного порога:

1. Определение порога достоверности посредством учета внутренней дисперсии каждого

кластера: $InnerDistance = \sqrt{\left(\frac{\cos \alpha_{max}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n_{Param}} \frac{\cos^2 \alpha_i}{\sigma_i^2}}} * \frac{\cos \alpha_i}{\cos \alpha_{max}} \right)^2}$,

где $\cos \alpha_i = \frac{x_{0.5i} - y_{0.5i}}{distance(X,Y)}$ – направляющий косинус каждой характеристики природной среды,

$\cos \alpha_{max}$ – максимальный из вычисленных направляющих косинусов, σ_i – стандартное отклонение каждой указанной характеристики, вычисленное по выборке величиной в количество наблюдений, n_{Param} – количество характеристик природной среды.

2. Определение порога достоверности посредством общеизвестного [Дж. Ту, Р. Гонсалес, 1978] способа учета максимальной составляющей внутренней дисперсии кластеров:

$$\cos \alpha_{Norm \sigma_{max}} = \frac{\cos \alpha_{\sigma_{max}}}{\sigma_{max}}.$$

3. Определение порога достоверности с применением теории проверки гипотез – критерия Манна-Уитни при нулевой гипотезе о сходстве распределений указанных выше проекций.

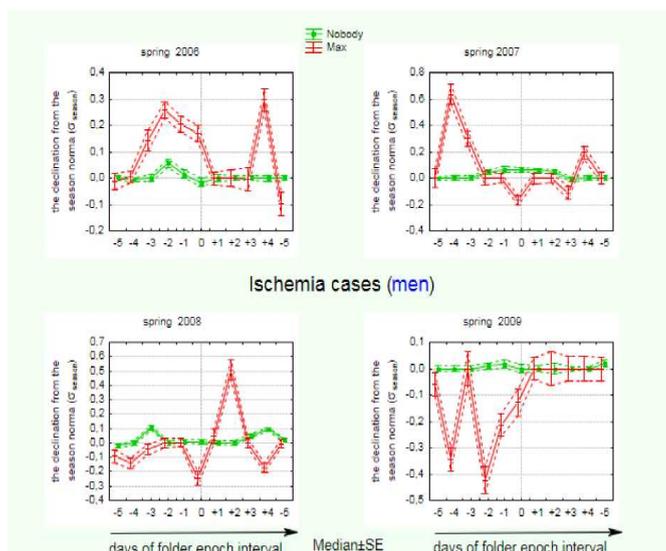
Метод селекции элементов Комплексов Погоды. Предлагается последовательно для каждой природной характеристики использовать критерий Манна-Уитни проверки гипотез с нулевой гипотезой о сходстве их распределений в найденный день максимального различия целостных Комплексов Погоды. По уровню значимости этого критерия определяются характеристики внешней среды (элементы Комплекса Погоды), не различавшиеся в определенный день

максимального различия комплексов. В случае включения таких параметров в прогностические формулы им следует придавать наименьший вес или вообще не учитывать их поведение при прогнозе. Характеристики внешней среды, различавшиеся в определенный день максимального различия комплексов, предлагается считать ответственными за разбиение медицинских событий на категории, для них введено определение «*рабочих параметров*».

В **Главе 4** приведена рабочая схема представления природной среды. Перечислены исследования, проведенные автором с применением разработанных методик. Подробно условия исследований описаны в п. «Достоверность полученных результатов». Приведены результаты, подтверждающие основные положения, выносимые на защиту:

Положение 1: Методика анализа одновременной изменчивости характеристик земной и космической погоды и медико-биологических показателей, позволяющая определить природные факторы, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий, т.е. оценить влияние погоды на жизнедеятельность человека.:

Применение методики исследования целостных Комплексов Погоды (термин введен в Главе 2) позволяет оценить состояние природной среды вблизи дня биометеорологического события (термин введен в Главе 2). В частности, в интервале нескольких дней вокруг максимального количества ИБС-событий удалось выявить череду аномальных отклонений погоды-в-целом от сезонной нормы. Исследование: Санкт-Петербург, 2006-2009 гг. Подробно условия исследования описаны в п. «Достоверность полученных результатов», п.1.10. На рисунке (Рис.1) показано состояние природной среды в сезоны весен 2006, 2007, 2008, 2009 гг. в дни максимального количества ИБС-вызовов в группе мужчин при условии совпадения этого показателя во всех возрастных категориях. Кривая «Max» (красная) в рамках разброса стандартной ошибки описывает поведение медианы Комплекса Погоды относительно 0-уровня, соответствующего медианному сезонному значению всех природных характеристик, включенных в указанный комплекс (возможность оценки состояния погоды-в-целом, отношением медианы Комплекса Погоды к 0- уровню описана в Главе 2). Кривая «Nobody» (зеленая) - то же для дня полного отсутствия ИБС- вызовов. Уровень критерия Манна-Уитни (p) нулевой гипотезы о сходстве распределений элементов полных Комплексов Погоды от (-5)-дня до (+5)-дня весной 2006 г: 0,7; 0,5; 0,01; >0,0001; 0,01; 0,01; 0,8; 0,8; 0,85; <0,0001; 0,02; весной 2007 г: 0,9; <0,00001; 0,001; 0,7; 0,4; 0,01; 0,6; 0,6; 0,3; 0,01; 0,8; весной 2008 г: 0,4; 0,01; 0,01; 0,7; 0,9; 0,001; 0,9; >0,0001; 0,9; 0,001; 0,8; весной 2009 г: 0,01; <0,00001; 0,8; <0,00001; <0,00001; <0,00001; 0,9; 0,85; 0,9; 0,9; 1. Как видно из рисунка, медиана Комплекса Погоды в случае максимального за сезон количества ИБС-вызовов варьирует относительно 0-уровня, соответствующего сезонной норме полного комплекса включенных в исследование природных характеристик. Амплитуда ухода от сезонной нормы не превышает стандартного отклонения, максимальная величина – весной 2007 г. в (-4)-день равна ($0,7 * \sigma_{x season}$), однако, по сравнению с поведением такой же оценки состояния погоды в случаях полного отсутствия ИБС во всех гендерно-возрастных группах, когда кривая поведения медианы Комплекса Погоды не отклоняется от 0-уровня далее, чем на ($0,1 * \sigma_{x season}$) в (-3)-день весной 2008 г, такая изменчивость значима. На рисунке (Рис.1) приведен пример для календарного сезона



«весна», исследование в группе мужчин. Полностью поведение Комплексов Погоды в разные сезоны и в разных гендерных группах проведенного исследования показаны в Приложении Б. Результаты справедливы для любого сезона и любой гендерной группы.

Рис. 1. Поведение полных комплексов характеристик природной среды в интервале наложенных эпох +/- 5 дней (ось абсцисс) относительно биометеорологического события (0- день). По оси ординат отложено отклонение Комплекса Погоды от его сезонной нормы – ноль по оси ординат соответствует сезонной норме Комплекса Погоды, все элементы которого в этом случае равны своим

сезонным медианам. Исследование в группе мужчин.

Наиболее достоверно целостные Комплексы Погоды различаются в день, не совпадающий с днем биометеорологического события, что доказывает необходимость поиска дня их максимального различия. Данное утверждение иллюстрируют, как предыдущий рисунок, так и рисунок (Рис. 2), полученный в результате анализа состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных. Подробно условия исследования описаны в п. «Достоверность полученных результатов», п.1.8. Событие «bad» - все 6 источников сообщают о максимальном количестве или о количестве в рамках верхней кватили сезонного распределения летальных исходов при совпадении ситуации в обеих гендерных группах и в каждой из возрастных категорий; событие «norma» - все 6 источников сообщают о количестве летальных исходов в рамках среднего отклонения сезонного распределения в каждой гендерной и возрастной категории; событие «good» - все 6 источников сообщают об отсутствии летальных исходов в любой гендерной группе и любой возрастной категории. Поиск дня максимального различия проводился по методу 1 Главы 3, достоверности указанного различия устанавливалась критерием проверки гипотез Крускала- Уоллиса (KW) при нулевой гипотезе о сходстве распределений Комплексов Погоды, соответствующих дням различающихся биометеорологических событий.

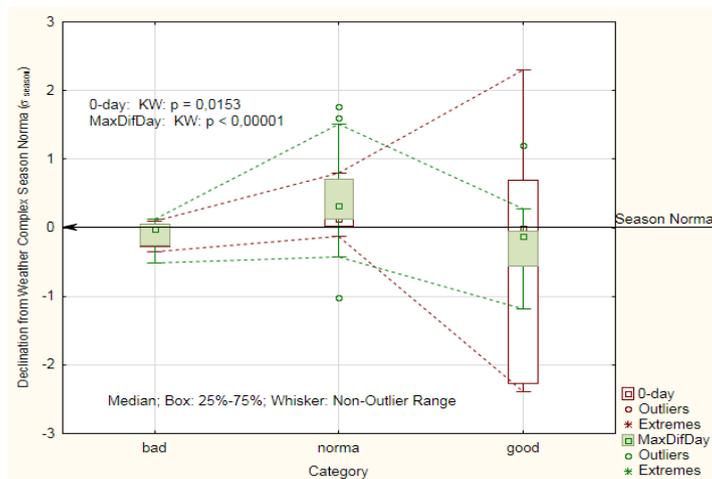


Рис. 2. Различие полных Комплексов Погоды точно в дни разных категорий биометеорологических событий, белый прямоугольник; в день максимального различия Погодных Комплексов, закрашенный прямоугольник. Прямоугольники ограничивают среднее отклонение (25%–75 %) сезонного распределения стандартизованных на свою сезонную медиану элементов Комплексов Погоды, внутри прямоугольников указано положение медианы каждого Комплекса Погоды. Сезонная норма погоды показана стрелкой (Season Norm). Показаны точки, выходящие за пределы указанных прямоугольников (1,5 длины прямоугольника - Outliers, 2 длины

прямоугольника - Extremes). По оси ординат отложено отклонение Комплекса Погоды от сезонной нормы в единицах сезонного стандартного отклонения. Показаны уровни значимости критерия Крускала-Уоллиса (KW: p) для дня биометеорологического события (0-day) и дня максимального различия Комплексов Погоды (MaxDifDay).

Изучение подробной внутренней структуры Комплексов Погоды позволяет определить наиболее значимые природные факторы, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий.

Положение 2. 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.

В упомянутом выше исследовании состояния природной среды в случаях различного количества ИБС-вызовов, (Санкт-Петербург, 2006-2009 гг.) удалось определить наиболее значимые в исследовании рабочие параметры (термин определен в Главе 2), при сравнении максимального, среднего за сезон и полного отсутствия ИБС-вызовов. Как видно из рисунка (Рис.3), среди рабочих параметров земной погоды доля характеристик влажности доминировала над остальными параметрами.

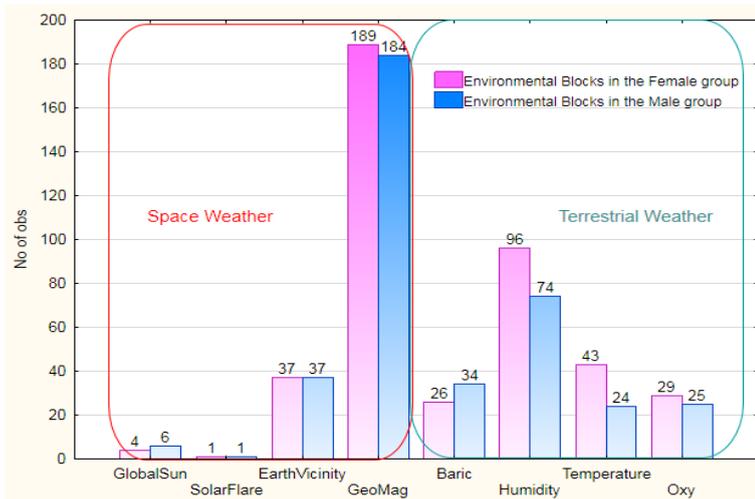


Рис. 3 Распределение рабочих параметров по внутренним условным блокам Комплексов Погоды. Условные блоки: блок характеристик глобальных вариаций солнечной активности (GlobalSun), блок характеристик вспышечной компоненты солнечной активности (SolarFlare), блок характеристик радиационных потоков в околоземном пространстве (EarthVicinity), блок геомагнитных характеристик (GeoMag), блок характеристик метеопараметров, характеризующих циркуляционные процессы (Baric), блок характеристик влажности (Humidity), блок характеристик температуры воздуха (Temperature), блок характеристик содержания в воздухе

кислорода (Oxy) Выделены условные рамки космической погоды (Space Weather) и земной погоды (Terrestrial Weather). Столбцы гистограмм разделены по группам исследования: группа женщин (Environmental Blocks in the Female group) и группа мужчин (Environmental Blocks in the Male group). По оси ординат отложено количество рабочих параметров в каждом блоке.

Таковыми характеристиками являлись: (а) в группе мужчин – (1) температура точки росы, минимальное значение за сутки, повторилась в качестве рабочего параметра трижды в фазе СА, близкой минимуму, в теплый период – 2 лета, 1 весна; (2) относительная влажность, минимальное значение за сутки, повторилась в качестве рабочего параметра трижды в фазе падения СА в холодный период – 2 зимы, 1 осень; (b) в группе женщин – температура точки росы, суточные статистики разброса (стандартное отклонение, коэффициент осцилляции), повторилась в качестве рабочего параметра трижды в фазе падения СА, независимо от характеристик календарного сезона – 1 зима, 1 весна, 1 осень. Достоверность различия значений указанных характеристик при соответствии различным биометеорологическим событиям, указанным выше, во всех случаях определялась заданным в исследовании уровнем значимости критерия Манна-Уитни $p_{(MW)} \leq 0,05$ при нулевой гипотезе сходства распределений указанных характеристик при соответствии их различающимся биометеорологическим событиям

В исследовании, проведенном на материале годового количества заболеваний в 7 регионах Российской Федерации (подробно условия исследования описаны в п.2.7) в сравнительном анализе метеохарактеристик триад 2008-2009-2010 гг. (реперный 2009 г, рост количества заболеваний во всех исследованных областях), так же, как и триад 2011-2012-2013 гг. (реперный 2012 г, уменьшение количества заболеваний) характеристики влажности оказались рабочими для регионов, находящихся вблизи крупных водоемов: Мурманской, Архангельской, Ленинградской и Ростовской областей. Уровни значимости критерия Крускала-Уоллиса задавались в исследовании $p_{(KW)} \leq 0,05$. Для Московской, Воронежской областей и Краснодарского края не выявлена значимость этих характеристик, $p_{(KW)} > 0,5$ для этой характеристики в указанных областях. Следует отметить, что другие метеопараметры, включенные в Комплекс Погоды, ни в одной из исследуемых областей не прошли критерий $p_{(KW)} \leq 0,05$, за исключением Воронежской области, где в триаде 2011-2012-2013 гг. (реперный 2012 г.) значимыми оказались все суточные статистики скорости ветра, суточных характеристик облачности в триаде 2008-2009-2010 гг. (реперный 2009 г.) в Мурманской и Архангельской областях.

В исследовании, проведенном в г. Глазов – умеренно континентальный климат – характеристики влажности также не оказались значимыми при разном количестве вызовов врачей при заданном в исследовании $p_{(KW)} \leq 0,05$, тогда как суточные статистики скорости ветра и коэффициент вариации атмосферного давления прошли этот критерий.

Таким образом, 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.

Положение 3. 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.

В описанном выше исследовании, проведенном на материале годового количества заболеваний в 7 регионах, сравнение 2009 г. (рост количества заболеваний во всех исследованных областях) с 2012 г. (уменьшение количества заболеваний) показал достоверное различие этих лет по характеристикам космической погоды (КП). Рисунок (Рис.4) показывает, что в 2009 г. при низкой СА (минимум между 23-им и 24-ым циклами) наблюдались достоверно ($p_{KW} < 0,0001$ указаны на рисунке) более высокие потоки а-частиц с энергиями E (10-21) МэВ, суточное среднее, высокоэнергичных протонов ($E > 100$ МэВ), суммарный поток за сутки, то же относительно протонов и электронов малых энергий ($p^+ E > 1$ МэВ), ($e^- E < 0,8$ МэВ). Возможно, указанная особенность 2009 г, в смысле характеристик КП, может объяснить и обнаружение в качестве рабочих параметров характеристик облачности в высокоширотных областях, так как реакция облачности на приход космических лучей активно обсуждается в литературе [Ward *et al*, 2021].

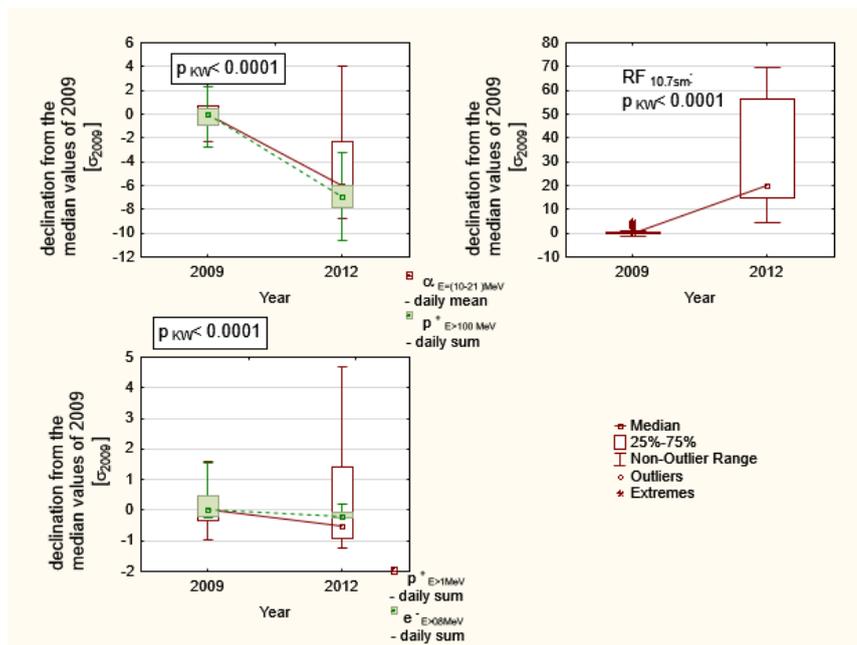


Рис. 4 Различие 2009 г. и 2012 г. по характеристикам КП.

Величины стандартизованы на общее среднее.

Слева направо: (1) средний за сутки поток а-частиц с энергиями E (10-21) МэВ (белый прямоугольник) и суммарный за сутки поток протонов ($E > 100$ МэВ) (закрашенный прямоугольник); (2) интегральный поток от диска Солнца на волне 10,7 см.

Внизу: суммарные за сутки потоки протонов электронов ($p^+ E > 1$ МэВ), ($e^- E < 0,8$ МэВ). Прямоугольники очерчивают срединное отклонение распределения, внутри прямоугольников – медианы

распределений, штриховой разброс не превышает 1,5 длины прямоугольника, Outliers ($> 1,5$ длины прямоугольника) и Extremes (> 2 длин прямоугольника) отсутствуют. Показаны уровни значимости критерия Крускала-Уоллиса).

В описанном выше исследовании в Санкт-Петербурге 2006-2006 гг, иллюстрированном рисунком (Рис.3), явно выражено доминирование доли характеристик ГМП среди обнаруженных в исследовании рабочих параметров. Такими характеристиками являлись: (а) в группе мужчин, в фазе падения СА, независимо от сезона (1 зима, 1 весна, 1 лето) – суточная медиана у-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга, 2 лета, 1 зима – суточная медиана z-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга, в фазе, близкой к минимуму СА, независимо от сезона (1 зима, 1 весна, 1 лето) – суточный коэффициент осцилляции К-индекса в умеренных земных широтах; (b) в группе женщин, независимо от сезона (1 осень, 1 весна, 1 лето). – суточный максимум полного вектора ГМП на

высоте геостационарной орбиты (GOES), 1 лето, 1 зима, 1 весна, 1 осень – суточный максимум К-индекса на высоких земных широтах, 1 лето, 1 зима, 1 осень – суточная медиана К-индекса на высоких земных широтах, 2 осени, 1 зима – суточная медиана К-индекса в умеренных земных широтах. Следует отметить реакцию в группе мужчин на колебания локального ГМП, тогда как в группе женщин зарегистрирована реакция на вариации ГМП крупного масштаба.

Реакция на вариации z-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга была отмечена и в исследовании летом 2002 г. из 6 источников медико-биологических данных о кардио-катастрофах (подробно условия исследования описаны в п. «Достоверность полученных результатов», п.1.8). В этом исследовании оказалось, что возмущения z-компоненты совпадают с полным отсутствием летальных исходов, тогда как в случае максимального их количества величина этой компоненты не достигает своей сезонной нормы.

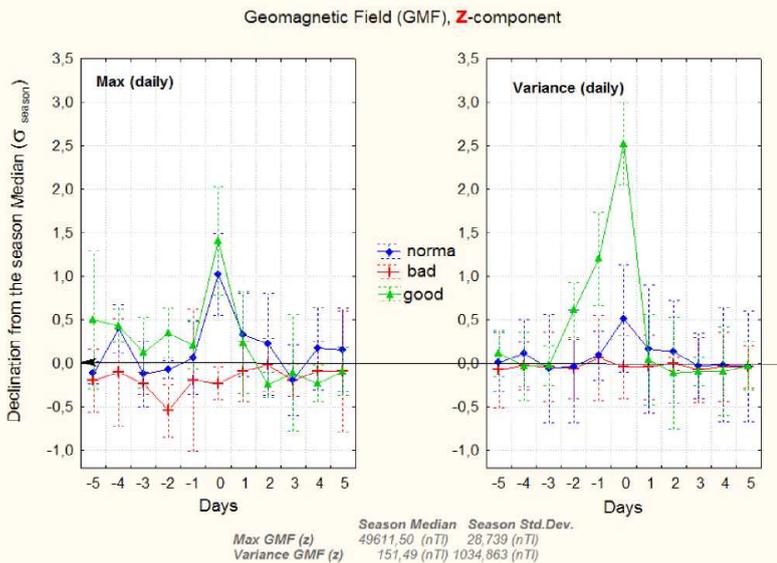


Рис. 4. Поведение суточных характеристик (максимума и дисперсии) z-компоненты локального геомагнитного поля (на широте Санкт-Петербурга) на линии дней интервала наложенных эпох (ось абсцисс). По оси ординат отложено отклонение данного параметра от его сезонной медианы (нулевой уровень) в единицах его же сезонного среднеквадратичного отклонения. Указаны сезонные статистики величин (медиана максимального за сутки значения (Season Median) = 49611,50 нТл, его стандартное отклонение (Season Std.Dev) = 28,739 нТл, медиана дисперсии (Season Median) = 151,49 нТл,

его стандартное отклонение (Season Std.Dev) = 1034,863 нТл): суточного максимума напряженности этой компоненты геомагнитного поля (Max GMF(z)) и суточной дисперсии этой величины (Variance GMF(z)). Исследование состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных.

Исследование в высокогорных районах (г. Туапсе, г. Владикавказ, подробно условия исследования описаны в п. «Достоверность полученных результатов», п.2.1, п. 2.2.) показали, что активными биометеорологическими факторами были характеристики околоземного пространства – потоки корпускулярного излучения разных энергий в солнечном ветре и слабые рентгеновские вспышки на Солнце. Список этих характеристик приведен в Таблице 1.

В **Приложении А** размещен полный список характеристик природной среды, включенных во все проведенные исследования.

В **Приложении Б** приведены результаты исследования состояния природной среды в случаях различного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов «ишемическая болезнь сердца», 2006-2009 гг. Медицинские данные по журналам клиник Калининского района Санкт-Петербурга. Показано поведение целостных Комплексов Погоды в случаях различного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов «ишемическая болезнь сердца» (ИБС), 2006-2009 гг.

Таблица 1. Выявленные «рабочие параметры» в высокогорных районах проведенных исследований.

«рабочий параметр»	Комментарий
Рентгеновские вспышки на Солнце минимального балла (балл С: $(1-9) \cdot 10^3$ эрг / (см ² ·с))	Способны вызывать возмущения в фоновом потоке рентгеновского излучения в приземном космическом пространстве, включающем верхнюю ионосферу
Медианное суточное значение электронов энергий (38-538 КэВ) в солнечном ветре	Способны проникать в верхнюю ионосферу
Коэффициент вариации протонов энергий 1060 КэВ в солнечном ветре	
Максимальное, медианное суточное значение, суточный разброс плотности протонов в солнечном ветре	
Максимальное суточное значение плотности потока солнечного ветра для всех частиц с энергией 30 МэВ	
Медианное суточное значение скорости потока всех частиц в солнечном ветре	

ВЫВОДЫ

1. В работе представлены и расписаны поэтапно методики анализа одновременной изменчивости характеристик земной и космической погоды и медицинских показателей, позволяющая определить природные факторы, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий. Перспективой дальнейших исследований представляется построение механизма краткосрочного прогноза состояния природной среды для медико-биологических целей, поскольку, имея достоверно установленный набор биометеорологических факторов можно использовать знания об их физической связи так же, как и знания о предикторах конкретных изменений указанных факторов. Применение описанного метода в различных исследованиях показало его состоятельность и перспективность для указанных выше целей.
2. При обработке не детализированных данных больших выборок междисциплинарной базы данных анализ биометеорологических факторов позволяет оценить значимость определенного вида погоды - космической или земной, а также определить наиболее значимые природные характеристики, возможно, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий. Перспективой дальнейших исследований в этом случае представляется построение механизма долгосрочного прогноза состояния природной среды для медико-биологических целей на промежутках времени крупного масштаба, поскольку, как и в описанном выше методе, достоверно установленный набор биометеорологических факторов позволяет применить знания об их физической связи и знания о предикторах конкретных их изменений. Применение описанного метода в различных исследованиях также показало его состоятельность и перспективность для указанных выше целей.
3. Оценка изменчивости биометеорологических параметров и характеристик здоровья человека, проживающего в разных климатических зонах, 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.
4. 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.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ ЖУРНАЛЫ:

Перечень ВАК:

1. *Жирков А.М., Щемелева Е.В., Каменева Е.Г., Яцков П.В., Жиркова О.А., Ступишина О.М., Воробьев В.Н., Красильников В.Н., Перспективы использования биопсихосоциальной модели медицины в оценке влияния климатических факторов на человека, Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, 2008г, стр. 403,*
2. *Кухарчик Г.А., Шабров А.И., Головина Е.Г., Ступишина О.М., Реймова Е.В., Юбрина И.В., Влияние погоды на развитие неблагоприятных исходов при ишемической болезни сердца, Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, 2008г, стр. 408,*
3. *Ступишина О.М., Головина Е.Г., Кочина Е.В., Кухарчик Г.А., Щемелева Е.В., Влияние земной и космической погоды на возможность сердечно-сосудистых катастроф, Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, 2008г., стр 410,*
4. *Головина Е.Г., Ступишина О.М., Пирогова Е.А., Вариации характеристик крови человека в зависимости от вариаций параметров окружающей среды, Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, 2008г., стр.411.*
5. *Луинов М.С, Луинов А.М, Липовицкая, И.Н, Головина Е.Г, Ступишина О.М. Медицинская статистика и идентификация факторов риска для здоровья человека в пространстве биосферы/Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2010, том 2, №1, стр. 157*
6. *Stupishina O.M, Golovina E.G, Noskov S.N The relation of the Ischemia cases in Saint-Petersburg to the environmental complex variations Здоровье населения и среда обитания - ЗниСО / Public Health and Life Environment 2021-09 | Journal article DOI: [10.35627/2219-5238/2021-29-9-16-22](https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-9-16-22)*
7. *О.М. Ступишина, Е.Г. Головина, М.С. Мостаманди, К.Г. Коротков, К.Г. Голубенко Использование метеорологической и гелиогеофизической информации для медицинских целей, Ученые записки РГГМУ № 42, стр.164 -177.*

Перечень Web of Science:

1. *Stupishina O.M, Golovina E.G, Noskov S.N Assessment of the relationship of the population's medical care with the factors of earth and space weather. Hygiene and sanitation 2021-08-31 | journal-article DOI: [10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781](https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-775-781)*
2. *Olga M. Stupishina , Elena G. Golovina, Sergei N. Noskov, Gennady B. Eremin and Sergei A. Gorbanev The Space And Terrestrial Weather Variations As Possible Factors For Ischemia Events in Saint Petersburg Atmosphere2021-12-21 | Journal article, DOI: [10.3390/atmos13010008](https://doi.org/10.3390/atmos13010008)*

Перечень Scopus:

1. *O M Stupishina, E G Golovina and S N Noskov The relation of the human cardiac-events to the environmental complex variations 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 853 012029*

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

1. *Golovina E., Trubina M., Stupishina O., Misyura O.* Influence of the urban atmosphere on human health. Proc. Of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology Sydney, Australia, 8-12 November 1999.
2. *Golovina E., Karpova J., Stupishina O., Trubina M., Tenilova O.* Biometeorological investigations in St.-Petersburg. Polish-Russian Symposium «Applied Climatology & Bioclimatology», Lodz, Poland, 23-27 April 2001.
3. *Ступишина О.М., Ступишин А.Г., Головина Е.Г.* О возможной реакции организма человека на проявления солнечной активности. В сб. «Активные процессы на Солнце и звездах» Труды научной конференции стран СНГ и Прибалтики, СПб 1-6 июля 2002г., С.171
4. *Golovina E.G., Lushnov M.S., Stupishina O.M., Stupishin A.G.* The complex study of human biochemical characteristics variations and a movement of environmental parameters. / Тезисы XXVII Апатитского Семинара “Физика авроральных явлений”, Апатиты, ПГИ, 2-5 марта 2004 г.
5. *Кухарчик Г.А., Головина Е.Г., Шабров А.В., Тенилова О.В., Реймова Ю.В., Павлова Г.В., Ступишина О.М./* Влияние климатических факторов на внезапную смерть. /Доклад на симпозиуме «Императивы экологии человека XXI века», СПб, 15 января 2005 г.
6. *Golovina E.G, Zhirkov A.M, Schemeleva E.V, Stupishina O.M, Stupishin A.G,* Daily environmental characteristics for the days of patients’ deaths in the research institute for emergency medical care in 2002 year. / Сборник научных трудов международной конференции «Погода и биосистемы», Санкт-Петербург, 11-14 октября 2006г, стр. 29
7. *Golovina E.G, Kalchuk V.U, Pirogova E.A, Stupishina O.V, Stupishin A.G.* The complex analysis of human blood characteristics and environmental variations Сборник научных трудов международной конференции «Погода и биосистемы», СПб, (11-14) окт. 2006, с. 28
8. *Olga M. Stupishina, Elena G. Golovina* Investigation of Correspondence between Environmental Parameter Complexes and Human Body Status, Proceedings of V International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety”, p.263-267
9. *Elena G. Golovina, Olga M. Stupishina, S. Mostamandi* Biometeorological Regime Monitoring of Arkhangelsk Region/ Proceedings of V International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety”, 2016, p. 268-272
10. *Olga M. Stupishina, Elena G. Golovina* Detection and Monitoring of Environmental Factors those can be Responsible for the Cardio-Catastrophes, Proceedings of VI International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety”, 2018, p.235-239.
11. *Ступишина О.М., Головина Е.Г.* Изменчивость космогеофизических и метеорологических факторов во время различных кардиологических событий. В сборнике VIII Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. «Научные труды Конгресса 2018, с.150-151.
12. *Ступишина О.М., Головина Е.Г.* Определение условий в природной среде, способствующих возникновению кардиологических событий. В книге: XIII Международная крымская конференция «Космос и Биосфера» Конференция посвящена 50-летию Крымской школы электромагнитной биологии.2019, с.104-105.
13. *Stupishina O.M, Golovina E.G.* On Space Weather factors which can impact terrestrial physical and biological processes. Pan-Eurasian Experiment (PEEX) - Observation, Modelling and Assessment in the Arctic-Boreal Domain. EGU. Vienna 2020. DOI: [10.5194/egusphere-egu2020-5892](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-5892).
14. *Stupishina O.M, Golovina E.G.* The atmosphere circulation movements in the matching with space weather parameters variations. EXperiment (PEEX) - Observation, Modelling and Assessment in the Arctic-Boreal Domain. EGU. Vienna 2021.DOI: [10.5194/egusphere-egu21-3556](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-3556)

15. *Stupishina, O. and Golovina, E.*: The Space Weather events those accompany the long-lived macrosynoptic processes, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23-27 May 2022, EGU22-5714, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-5714>, 2022.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ В АВТОРЕФЕРАТЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Т.А.Бреус*, Земля и Вселенная, 2009, № 3, с. 53-61
2. *Григоров И.И., Пармонов И.Г.* Методические указания по медицинской классификации погод и комплексной профилактике метеотропных реакций. / Сочи, 1971, 9с.
3. *Овчарова В.Ф, Бутьева И.В.* Методика прогнозирования метеопатических реакций, обусловленных термическим дискомфортом и метеопатическими эффектами атмосферы. / М., 1982, 29 с.
4. Meteorologist.ru
5. <https://www.wetterzentrale.de>
6. Solar data source: Space Weather Prediction Center : <https://www.swpc.noaa.gov/>
7. Satellite GOES data source: Space Weather Prediction Center : <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg/>
8. Ionosphere data source: Space Weather Prediction Center – [https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/ionospheric- data/sids/reports](https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/ionospheric-data/sids/reports)
9. Geomagnetic data source: INTERMAGNET – the global network of observatories monitoring the Earth's magnetic field, Nurmijarvi observatory, Saint Petersburg observatory – www.intermagnet.org