

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

Ступишина Ольга Михайловна

**Оценка биометеорологических факторов в разных регионах России статистическими  
методами**

25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Научный руководитель

Кандидат физико-математических наук

Головина Елена Георгиевна

Санкт-Петербург

2022

## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Анализ возможных ошибок при проведении исследования по поиску связей между вариациями окружающей природной среды и состоянием живого организма.....</b>	<b>26</b>
1.1 Ложно определенная связь.....	26
1.2 Ложно определенная последовательность воздействия .....	28
1.3 Пропуск установления связи между событиями по причине неверного комплекса условий их реализации.....	28
1.4 Пропуск установления связи по причине схожести отклика объекта воздействия на различные виды этого воздействия.....	31
1.5 Пропуск установления связи по причине особенности времени воздействия.....	33
1.6 Пропуск установления связи по причине ее динамического характера.....	33
1.7 Пропуск установления связи по причине замедленности реакции объекта на воздействие .....	33
1.8 Пропуск установления связи по причине неверно выбранных факторов.....	33
<b>Выводы из главы 1:</b> .....	<b>35</b>
<b>Глава 2. Методика обработки входных данных и получения выводов о возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием живого организ</b>	<b>36</b>
2.1 Обсуждение понятия "изменений в организме человека" .....	36
2.2 Обсуждение понятия "факторов внешней среды".....	37
2.3 Обсуждение характера входных данных. ....	37
2.3.1 Данные, содержащие подробную входную информацию, позволяющую сформировать типические группы для проведения анализа.....	37
2.3.2 Данные, не содержащие детальных признаков исследуемого материала.....	39
2.4 Порядок действий при проведении исследований в случае детально-подробных входных данных.....	39
2.5 Порядок действий при наличии лишенных детализации, представленных большими выборками данных.....	45
<b>Выводы из Главы 2:</b> .....	<b>48</b>
<b>Глава 3. Математический аппарат поиска дня максимального различия Комплексов Погоды в интервале наложенных эпох и фильтрации элементов Комплекса Погоды.....</b>	<b>49</b>
3.1 Процедура вычисления максимального межкластерного расстояния .....	50

3.2 Установление порога достоверности различия природных комплексов при их соответствии различным явлениям.....	51
3.2.1 Определение порога достоверности посредством учета внутренней дисперсии каждого кластера.....	51
3.2.2 Определение порога достоверности посредством учета максимальной составляющей внутренней дисперсии кластеров.....	53
3.2.3 Определение порога достоверности с применением теории проверки гипотез.....	54
3.3 Математический аппарат фильтрации элементов Комплексов Погоды .....	56
<b>Выводы из Главы 3:</b> .....	<b>57</b>
<b>Глава 4. Результаты исследований, проведенных с применением разработанных методов статистической оценки биометеорологических факторов. ....</b>	<b>58</b>
4.1 Рабочая схема представления природной среды (гелиогеофизических и метеорологических факторов) .....	58
4.2 Исследования, проведенные с применением разработанных методов статистической оценки биометеорологических факторов .....	60
4.2.1 Исследования на территории Санкт-Петербурга, проведенные по схеме детально-подробных входных данных: .....	60
4.2.2 Исследования в различных географических регионах России, проведенные по схеме детально-подробных входных данных: .....	61
4.2.3 Исследования в различных географических регионах России, проведенные по схеме лишенных детализации, представленных большими выборками данных:.....	62
4.3 Результаты, подтверждающие основные положения, выносимые на защиту: .....	63
<b>Выводы из главы 4:</b> .....	<b>80</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>81</b>
<b>Список публикаций по теме диссертации:.....</b>	<b>87</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>89</b>
<b>Приложение А. Входные данные характеристик природной среды (космической и земной погоды) .....</b>	<b>98</b>
1. глобальные вариации солнечной активности (СА) .....	98
2. вспышечная компонента СА .....	98
3. характеристики ситуации в околоземном пространстве:.....	99
4. характеристики геомагнитного поля .....	103
5. характеристики электрического поля атмосферы .....	106
6. характеристики, связанные с изменением атмосферного барического поля .....	107
7. характеристики влажности воздуха .....	108
8. характеристики температуры воздуха .....	109
9. характеристики состава атмосферы (весовое содержание кислорода в воздухе):.....	109

<b>Приложение Б. Поведение целостных Комплексов Погоды в случаях различного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов «ишемическая болезнь сердца» (ИБС), 2006-2009 гг. ....</b>	<b>110</b>
--	------------

## Введение

Изучение восприимчивости живого организма к изменениям окружающей среды ведется различными исследователями достаточно длительное время. А.Л. Чижевский развивал эту тему в первой половине XX века (Tchijevsky. *Russische Medizinische Zeitschrift*, v III, 9, Berlin, 1927, *Russische Medizinische Zeitschrift*, 3, Berlin, 1928; Tchijevsky. *Bulletin del'Association internationale biocomique*, 13, Toulon, 1929; Чижевский. Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца, М., изд. ВОВГ, 1930; Чижевский, Шишина. В ритме Солнца, М., Наука, 1969). В более, чем ста печатных работах он утверждал, что человеческий организм чувствителен к космическим возмущениям. Результатом его деятельности явилось создание научной дисциплины гелиобиологии. Областью изучения гелиобиологии является влияние космической погоды на живой объект. Непрерывная линия этих исследований проходит через XX век (Чубинский. Лучи Солнца и их воздействие на организм человека, М., Наука, 1959; Эйгенсон. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности, Львов, изд. ЛГУ, 1957; Эйгенсон. Солнце, погода и климат. Л., ГМИ, 1963; Бенькова. Климат и сердечно-сосудистая патология, М., Медицина 1965; Подшибякин. Второе научное совещание по проблемам мед. географии, Л. вып. 1, 1965; Гневышев, Оль. Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли, М., Наука, 1971; Усманов. Солнце, электричество, жизнь., М., из-во МГУ, 1972, с.17; Сапожников, Манойлов. Кибернетические аспекты влияния вариаций метеорологических факторов и геомагнитного поля на динамику роста заболеваний, Тбилиси, с. 215, 1974, Красногородская. Электромагнитные поля в биосфере, М., Наука, 1984; Проблемы космической биологии. Тематические выпуски Т18, 1973, Т20, 1974, Т26, 1975, Т37, 1978, Т40, 1980, Т43, 1982, Т53, 1986, Т55, 1988, Т65, 1989; Владимирский, Темуриянц. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу, М., изд. ИИУПУ, 2000) и успешно продолжается в настоящее время. Современные работы в этой области рассматривают разнообразные аспекты такого влияния. Значительная часть этих работ тщательно исследует геомагнитное воздействие на биосферу, в том числе, конечно, на организм человека (Belisheva, Vinogradov, Vashenyuk, Tsymbalyuk. *Herald of the KSC RAS*, 2010, 1, pp. 26-33; Belisheva, Martynova, Pryanichnikov, Solov'evskaya. Там же, 4, 2018, pp. 5-24). Информация, полученная от авторов упомянутых выше работ, важна для понимания механизмов реакции человеческого организма на геомагнитные возмущения. Особое внимание уделяется работе сердца человека в условиях магнитной нестабильности (Chernous. *Magnetospheric Current Systems. Geophysical Monograph Series. Vol. 118. Washington, DC, 2010;*

Chernous, Vinogradov, Vlassova. *Natural Hazards*, 2001; Belisheva. *IntechOpen*, 2019; Samsonov, Parshina. *IOP Conf. Series, Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing, 2021), что позволяет определить реакцию сердечно-сосудистой системы на геомагнитные бури. Также стоит отметить интересные результаты психологического исследования (Kodochignova, Samsonov, Polidanov. *Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing, 2021) в условиях геомагнитных возмущений. В различных работах изучается воздействие космических лучей на живой организм, такое воздействие опосредовано возмущениями ионосферы и электрического поля атмосферы (Unger. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 2019, V. 22, 1, pp. 16442-16443, 2019; Stoupel. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25418971](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25418971/), 2015; Stoupel, Radishauskas, Bernotiene, Tamoshiunas, Virvichuite. *J. Basic Clin Physiol. Pharmacol*, Sep. 26(5), pp. 433-41, 2018; Stoupel, Petrauskiene, Kalediene, Sauione, Abramson, Shochat. Там же, 2019, Jun 27,29(3) pp. 257-263 2015; Ferrari, Szuszkiewicz. *Astrobiology*, 2009, May 9(4) pp. 413-36, 2009; Abalyaev, Grunskaya, Leshchev. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012033 IOP Publishing, 2021). Следует отметить широкий спектр современных исследований – от глобального воздействия фаз Луны (Ochiai, Gonsalves, Ambrisi, Florentino, Wei, Soares. *International Journal of Biometeorology*, 56, pp. 661-667, 2012) на организм человека до прецизионных и аккуратно воспроизводимых лабораторных экспериментов с искусственными физическими полями (в основном электромагнитными), имитирующими естественные физические поля и их воздействие на различные системы человеческого организма (Minina, Bobric, Ponomarev. *Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing, 2021; Cifra, Apollonio, Liberti, Mir. *International Journal of Biometeorology* 2021, 65, p. 59– 67).

Большое количество информации дают работы по изучению чувствительности биосферы к вариациям земной погоды (Cui, Geng, Ding, Tang, Xu, Zhai. *International Journal of Biometeorology* (2019) 63, pp. 723–734, 2019; Dohmen, Spigt, Melbye, *International Journal of Biometeorology* (2020) 64, pp. 1103–1110, 2020; Kourtidis, Andre, Karagioras, Nita, Satori, Bor, Kastelis. *International Journal of Biometeorology* (2021), 65, pp. 93-105, 2021; Makowiec-Dabrowska, Gadzicka, Siedlecka, Szujkowska, Viebig, Kozak, Bortkiewicz. *International Journal of Biometeorology* (2019), 63, pp 121-128, 2019; Yang, Wang, Liu. *International Journal of Biometeorology* (2019) 63, pp. 29–50, 2019; Sasonko, Ozheredov, Breus, Ishkov, Klochnikova, Gurfinkel. *International Journal of Biometeorology*, 63, pp. 93–105, 2018) – это область дисциплины биометеорологии. Среди упомянутых работ находятся информативно значимые результаты исследований зависимости здоровья человека от аномалий температуры воздуха (Cui, Makowiec-Dabrowska, Gadzicka, Siedlecka, Szujkowska, Viebig, Kozak, Bortkiewicz, 2019; Yang, Wang, Liu, 2019). Так же среди

этих работ можно найти важные результаты относительно чувствительности человеческого организма к вариациям атмосферного давления (Dohmen, Spigt, Melbye, 2020; Makowiec-Dabrowska, Gadzicka, Siedlecka, Szujkowska, Viebig, Kozak, Bortkiewicz, 2019).

Обе эти научные дисциплины производят много важной и заслуживающей доверия информации. Однако, очевидна проблема – узкая область исследований каждой из упомянутых дисциплин. Нужно отметить, что некоторые из упомянутых исследователей придерживаются мнения о существовании проблемы узкой специализации в изучении связи биосферы с окружающей средой (Cui, Geng, Ding, Tang, Xu, Zhai, 2019; Kourtidis, Andre, Karagioras, Nita, Satori, Bor, Kastelis, 2021; Khabarova, Dimitrova, 2008, Sasonko, Ozheredov, Breus, Ishkov, Klochnikova, Gurfinkel, 2018). Авторы упомянутых выше работ спланировали свои исследования с учетом различных факторов, способных воздействовать на организм человека. Следует сказать о практике составления сложных характеристик оценки состояния окружающей среды в биометеорологии. Такие характеристики учитывают сразу несколько параметров земной погоды, это эффективные температуры, разработанные разными авторами (Missenard. Paris, 1937; Головина, Русанов. Методика расчета биометеорологических параметров (индексов), Санкт-Петербург, РГГМУ, 2007), где эффективная температура, определяющая ощущения человека, является функцией скорости ветра, влажности, температуры воздуха; рассчитываются индексы патогенности и суровости зимы, являющиеся функциями температуры воздуха, скорости ветра, облачности и изменчивости атмосферного давления (Головина, Русанов, 2007). Правильным представляется расширить набор сложных характеристик земной погоды таковыми, учитывающими вариации космической погоды.

Из вышесказанного очевидным представляется вывод о том, что влияние окружающей среды на живой объект является более сложным, чем только действие одного конкретного избранного компонента окружающей среды на сложную систему живого организма. Основная цель данной работы, являющейся результатом серии исследований (Golovina, Trubina, Stupishina, Misyura. Proc. Of the 15-th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology Sydney, Australia, 8– 12 November 1999; Golovina, Karpova, Stupishina, Trubina, Tenilova. Polish-Russian Symposium «Applied Climatology & Bioclimatology », Lodz, Poland, 23-27 April 2001; Golovina, Lushnov, Stupishina, Stupishin. Тезисы XXVII Апатитского Семинара “Физика авроральных явлений”, Апатиты, ПГИ, 2-5 марта 2004; Жирков, Щемелева, Каменева, Яцков, Жиркова, Ступишина, Воробьев, Красильников. Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, с. 403, 2008; Ступишина, Головина, Кочина, Кухарчик, Щемелева. Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение

2, с. 410, 2008; Кухарчик, Шабров, Головина, Ступишина, Реймова, Юбрина. Вестник Российской Военно-медицинской академии, №3 (23), приложение 2, с. 408, 2008; Лушнов, Лушнов, Липовицкая, Головина, Ступишина. Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2010, том 2, №1, с. 157, 2010; Ступишина, Головина. В сборнике VIII Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Научные труды Конгресса 2018, с.150-151, 2016; Ступишина, Головина, Мостаманди, Коротков, Голубенко. Ученые записки РГГМУ № 42, с. 164 -177, 2016; Stupishina, Golovina. Proc. V Int. Conf. Atmosphere, Ionosphere, Safety, Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press, p. 263–8, 2016; Stupishina, Golovina. Proc. VI Int. Conf. Atmosphere, Ionosphere, Safety, Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press p. 218–35, 2018; Stupishina, Golovina, EGU. Vienna 2020; Stupishina, Golovina, Noskov. Earth and Environmental Science (2021) 012027 IOP Publishing, 2021; Stupishina, Golovina. Atmosphere 2021-12-21, Journal article, 2022) – это изучение целостного комплекса параметров природной среды и его влияния на живой организм для формирования базы предикторов возможного прогноза опасной для здоровья человека ситуации в окружающей его среде.

#### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время, на фоне антропогенного воздействия на состояние внешней среды, неизбежно возникает интерес к оценке роли природных факторов, в частности, характеристик космической и земной погоды, на здоровье людей. Различие климатических условий на территории Российской Федерации, безусловно, определяет и различие факторов внешней среды, влияющих на жизнедеятельность населения. Решение этих проблем имеет большое как социальное, так и экономическое значение.

Решением проблем, связанных с оценкой и прогнозом аномалий процессов в окружающей среде, опасных для биологических систем, занимаются профессионалы различных областей знания. В их число входят специалисты, объединенные в образованное в 1956 году Международное общество биометеорологов – International Society of Biometeorology (ISB), которое, как неправительственная организация, является членом Международного Совета Научных Союзов (МСНС). ISB поддерживает тесную связь с учреждениями ООН, такими как ВМО, ВОЗ, ФАО, ЮНЕСКО, ЮНЕП, и другими международными организациями (Бреус, Земля и Вселенная, 2009, 3, стр. 53-61). Это свидетельствует о признании актуальности работ в данной области.



Результаты многочисленных исследований показывают зависимость состояния организма человека от воздействия на него природных факторов окружающей среды. Однако все еще остается неопределенным характер связи между природной средой и биологическим организмом. Причиной тому служит очевидная сложность обеих систем – комплекса природных факторов с одной стороны и организацией живого объекта, с другой стороны. Взаимодействие двух таких многопараметрических систем не может быть сведено к примитивному влиянию какого-то одного конкретного внешнего фактора (атмосферного давления, например) на состояние организма человека в целом. В свою очередь, состояние организма человека, как и любой другой биосистемы, не может быть описано одной отдельной медицинской характеристикой (например, величиной артериального давления). Все же, как правило, именно такой подход к исследованию упомянутой связи описан в большинстве ранее опубликованных исследовательских работ (перечисленных выше, во введении). Развитие информационных технологий формирования баз данных о состоянии земной и космической погоды одновременно с оценкой параметров здоровья людей позволяют в настоящее время выполнять комплексные мониторинговые исследования по оценке влияния земной и космической погоды на организм человека (Российско-украинский мониторинг «Гелиомед» 2003 – 2010, Эксперимент ГНЦ РФ «Марс-500», совместный ИКИ РАН с ИМБП РАН, 2010-2012), что доказывает необходимость создания программы по оценке связи изменчивости двух многопараметрических систем.

Популярным методом исследования связи часто является линейный корреляционный анализ. Однако такой подход чреват ошибочным определением главного воздействующего фактора (коррелирующие между собой величины могут всего лишь одновременно реагировать на воздействие третьей, не учтенной в анализе величины). Часто анализ проводится на всем накопленном массиве данных (Зенченко, «Гелиомед» 2003 – 2010, 2013), однако в этом случае существует риск потери информации о локальных (например, в различных календарных сезонах; различных фазах цикла солнечной активности, в различных по характеристикам возраста, пола, диагноза группах людей) характеристиках связи, что также приводит к ошибкам в выводах. 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 биологический объекты и, в частности, оценить наиболее значимые для здоровья человека параметры природной окружающей среды, т.е. направленно влияющие на физиологические процессы в организме, учитывая возможность вышеописанных ошибок. Следствием такого исследования является

объективная оценка опасных для здоровья человека условий в окружающей среде, 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 минимумах 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.  $A_p$  сезонов последовательно с весны 2000 г. по весну 2001 г.:  $(11 \pm 1,9)$ ,  $(12 \pm 2,1)$ ,  $(10 \pm 1,5)$ ,  $(6 \pm 0,6)$ ,  $(10 \pm 2,0)$  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, (б) отсутствия ВКС, количества ВКС в пределах (с) верхней и (д) 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 разнотипной 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, (б) 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, (б) 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 промежуток, 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) C° 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, (б) минимальных, (с) средних значений стандартных отклонений NN-интервала, (д) в день инфаркта, (е) 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, (б) полного отсутствия вызовов в любой гендерно-возрастной группе, (с) 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), (б) 19 дней, (с) 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 (Ar= (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) C° vs. (+7) C°, 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,  $Ar = (5+/-0,3)$  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,  $Ar$  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.  $Ar$  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 сохранившихся 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). Сравнивались 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 10,7 см (солнечные единицы потока (с.е.п.),  $10^{-22}$  Вт/Гц\*м<sup>2</sup>), 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  $E > (0,8; 2) \text{ МэВ}$  (электрон/см<sup>3</sup>) и плотности потоков протонов с энергиями  $E > (1; 2; 4; 10; 30; 60; 100) \text{ МэВ}$  (протон/см<sup>3</sup>) в солнечном ветре, общая концентрация протонов в солнечном ветре (протон/см<sup>3</sup>), общая температура протонов в солнечном ветре (К°), фоновые потоки рентгеновского излучения в диапазонах (0,4-5) Å и (1-8) Å ( $E < 1 * 10^{-3}$  эрг/см<sup>2</sup>\*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  $A_p$  (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](http://www.intermagnet.org)); (4) параметры, характеризующие состояние электрического поля атмосферы (ЭПА) – градиент напряженности ЭПА, максимальный внутрисезонный 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 ( $C^{\circ}$ ), дефицит температуры точки росы ( $C^{\circ}$ ), (7) параметры, характеризующие температуру воздуха ( $C^{\circ}$ ), 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, 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 «Заболеваемость, 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, Пулково, 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 25 работ. Из них 6 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.

## **Глава 1. Анализ возможных ошибок при проведении исследования по поиску связей между вариациями окружающей природной среды и состоянием живого организма**

Изучение влияния на объект окружающей его среды требует аккуратной постановки задачи исследования и строгого следования сформулированным условиям (требованиям исследования) при поиске решения. В том случае, когда и изучаемый объект, и окружающая его среда сами по себе являются сложными системами, взаимодействие их не может быть сведено к примитивному влиянию какого-то одного определенного внешнего фактора на целостное состояние изучаемого объекта.

Так, в случае изучения связи вариаций природной среды с состоянием живого организма исследователю должна быть очевидна сложность обеих систем - комплекса природных факторов, с одной стороны, и организма, с другой стороны. То же при рассмотрении условий, формирующих любое природное явление – например, изучение возможной связи вариаций космической погоды с формированием неустойчивых барических образований невозможно без понимания сложности обеих компонент входного материала исследования.

Сложность задачи порождает возможность вполне конкретных ошибок:

### 1.1 Ложно определенная связь

Ошибка принять вариации одной из характеристик предположительно воздействующей на объект среды, синфазные с одной из характеристик состояния объекта, за проявление влияния первой на вторую, тогда как обе эти величины всего лишь менялись одновременно под действием третьей, не учтенной в проводимом анализе.

Это – классическая ошибка, возникающая при проведении корреляционного анализа. На Рис.1 приведен пример такой ситуации, когда невозможно делать выводы о воздействии конкретного параметра внешней среды на организм человека. Верхняя кривая на рисунке ( $N_{\text{MEDIC}}$ ) показывает вариации количества ухудшений состояния пациентов кардиологического санатория (наблюдения проводились в октябре 1995 г. в кардиологическом реабилитационном санатории «Черная речка», СПб). Следующая под ней кривая ( $T_{\text{MEAN}}$ ) показывает вариации среднесуточной температуры воздуха в районе санатория; под кривые температуры воздуха находится кривая вариаций характеристики нижней облачности ( $N_{\text{CLOUD}}$ ), под этой кривой расположена кривая вариаций общего количества радиовсплесков на Солнце ( $N_{\text{RB}}$ ), последней, самой нижней, показана кривая вариации интегрального радиопотока от диска Солнца на волне длиной 10,7 см ( $RF_{10,7}$  –

индекс, характеризующий глобальные вариации солнечной активности). Очевидно, что любая предположенная последовательность причинно-следственных связей здесь столь же возможна, сколь и некорректна, ведь можно предположить несколько сценариев:

1. глобальные вариации солнечной активности были первопричиной всех последующих регулярных (3 максимума) возмущений перечисленных параметров внешней среды, что привело к таким же регулярным вариациям количества ухудшений здоровья кардиобольных, возмущения же передались последовательно;
2. глобальные вариации солнечной активности вызвали одновременную реакцию и человеческого организма, и рассмотренных параметров внешней среды;
3. глобальные вариации солнечной активности вызвали возмущения только одного из параметров внешней среды, а этот параметр вызвал реакцию и человеческого организма, и других параметров;
4. и т. д. ...

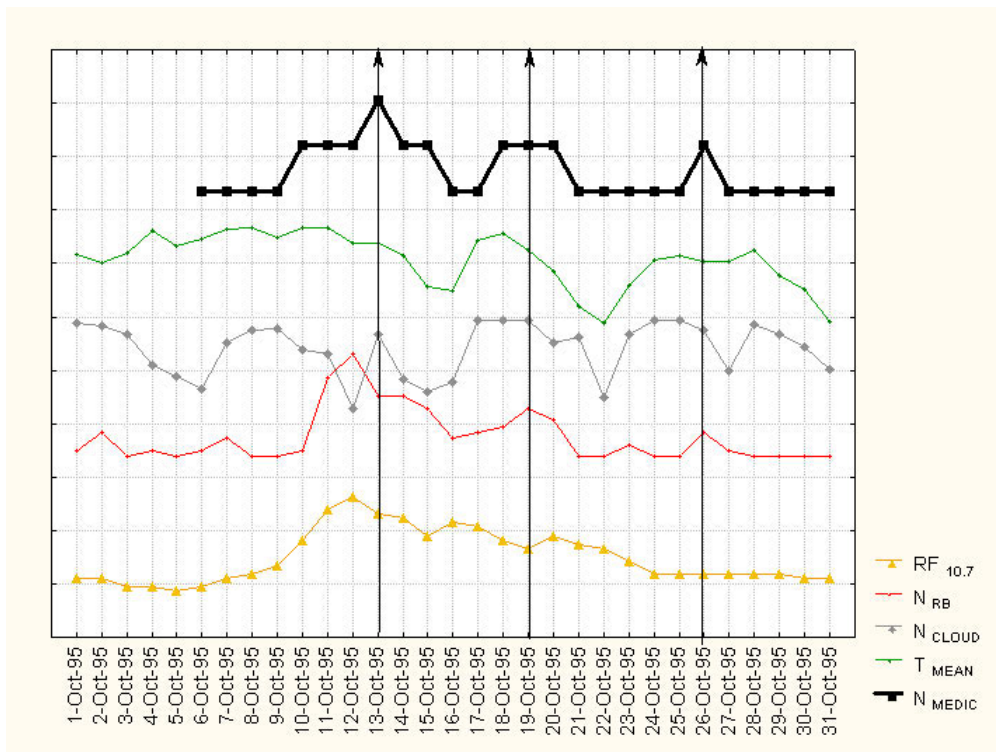


Рис.1 Вариации параметров внешней среды и числа ухудшений здоровья пациентов кардиологического санатория. Октябрь 1995 г.  $N_{\text{MEDIC}}$  – число ухудшений,  $T_{\text{MEAN}}$  – вариации среднесуточной температуры воздуха в районе санатория,  $N_{\text{CLOUD}}$  – вариации характеристики нижней облачности,

$N_{\text{RB}}$  – вариаций общего количества радиовсплесков на Солнце,  $RF_{10,7}$  – вариации

интегрального радиопотока от диска Солнца на волне длиной 10,7 см.

### 1.2 Ложно определенная последовательность воздействия

Ошибка принять первую из упомянутых характеристик (фактор, включенный в исследование) за агента третьей характеристики (не учтенного в проводимом исследовании фактора), предполагая воздействие последнего на объект посредством первого, тогда как между вариациями упомянутых характеристик связи может и не быть, а их синфазные вариации являются лишь проявлением одинаковой чувствительности к вариациям неучтенного фактора (и, может быть, даже не одного).

### 1.3 Пропуск установления связи между событиями по причине неверного комплекса условий их реализации

Ошибка, обратная описанной: не увидеть связи между вариациями конкретного фактора и вариациями изучаемой характеристики состояния объекта, тогда как эта связь существует, но проявляется по-разному в различных условиях.

Причин такой ошибки несколько, здесь и далее они раскрываются на примере задачи изучения связи между вариациями природной среды и состоянием живого организма – организма человека. Но все сказанное можно отнести и к задачам изучения влияния любой предположительно воздействующей среды на любой объект, в ней находящийся.

а). Одни и те же реакции на внешнее воздействие могут по-разному проявляться у людей разного пола, разного возраста и разного диагноза (в случае присутствия болезни). Например, величины отклонения от медицинской нормы значений параметров крови могут иметь возрастные особенности. Так, при проведенном автором в 2001 г. исследовании связи изменения характеристик крови мужчин при диагнозе «ишемическая болезнь сердца» (ИБС) с вариациями природной среды выявлены следующие возрастные особенности скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (Рис.2.) В один и тот же промежуток времени проведения эксперимента статистические характеристики значений СОЭ при одной и той же болезни у людей одного пола различаются в зависимости от возраста. (Медицинские данные получены в Санкт-Петербургской медицинской академии им. И. П. Павлова).

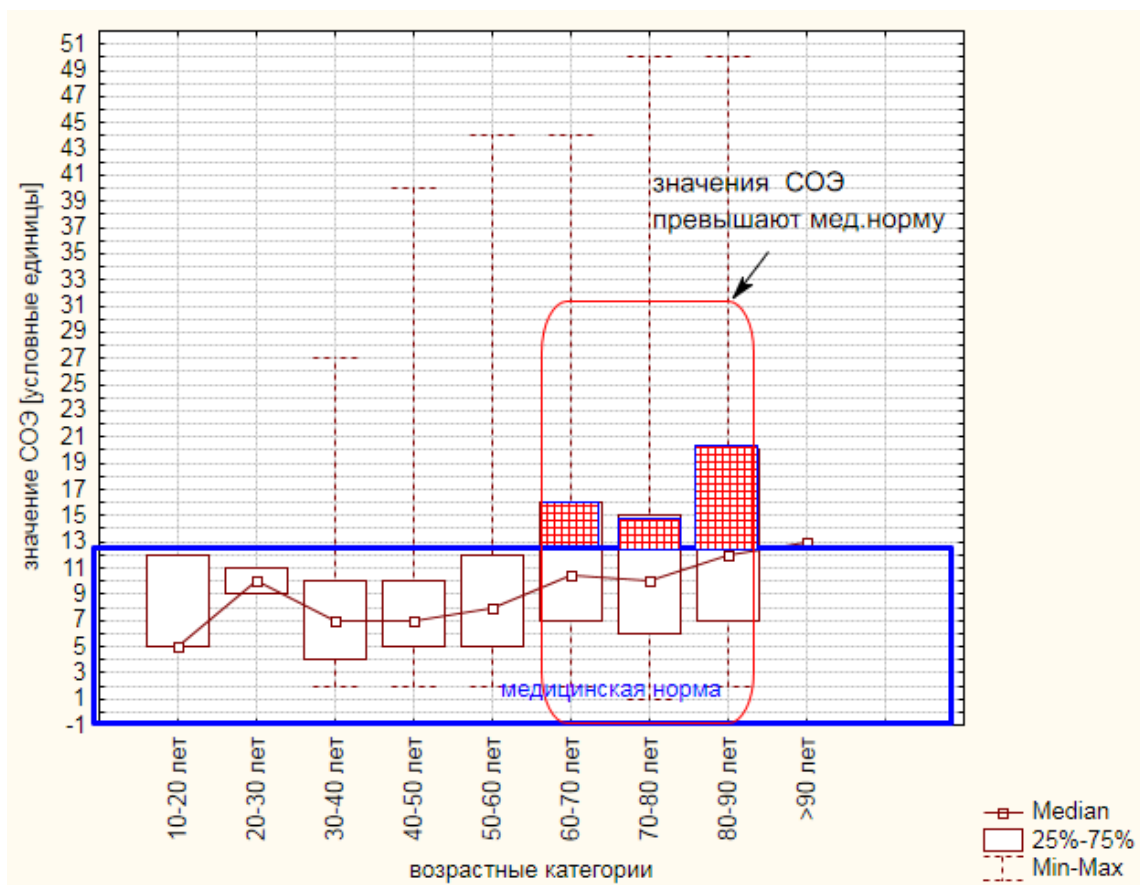


Рис.2. Распределение значения СОЭ по возрастным категориям мужчин, больных ИБС. Синяя рамка показывает границы значений СОЭ, традиционно принимаемые за норму здорового человека в врачебной практике, без учета возрастных особенностей.

б). Люди, принадлежащие к разным половым группам, могут реагировать на различные вариации одного и того же параметра внешней среды.

Например, в дни регистрации внезапных смертей мужчин и женщин в институте скорой помощи им. И. И. Джанелидзе, Санкт-Петербург (исследование, проведенное автором совместно с кардиологическим отделением института скорой помощи в 2002 г.), в случае смешанной по половому признаку группы людей, среднесуточная величина атмосферного давления в дни поступлений тяжелых больных и дни отсутствия таких поступлений достоверно не различалось – уровень значимости сходства распределений величины атмосферного давления в гПа при поступлении и при отсутствии поступления тяжелых больных по критерию Крускала- Уоллиса был высок:  $p_{KW}=0,7875$  (Рис.3). Однако, разделение входного медицинского материала на гендерные группы показало, что причиной указанного отсутствия различия было таковое, определенное для группы мужчин ( $p_{KW}=0,9519$ ), тогда как для группы женщин вероятность

различия указанных распределений была больше 86% ( $p_{KW}=0,2364$ ).

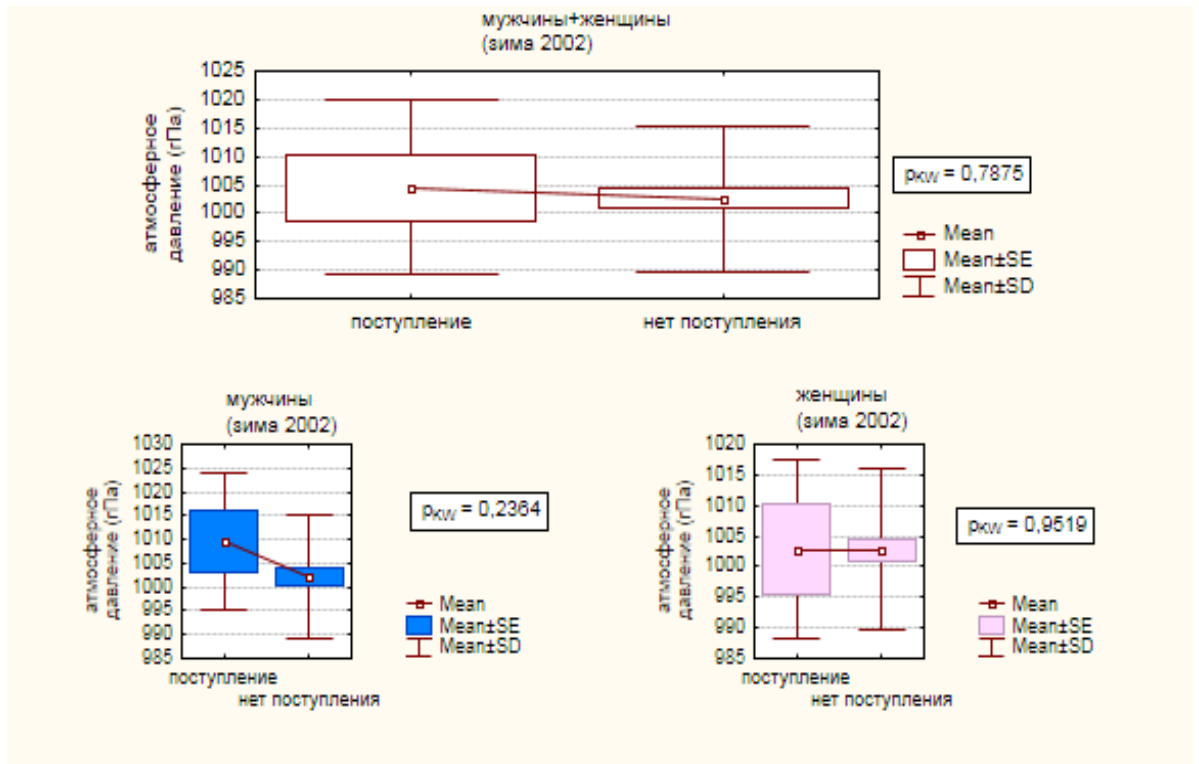


Рис.3. Распределение значений атмосферного давления в дни поступления в клинику НИИСП тяжелых кардиологических больных разного пола. Зима 2002 г.

Подобные особенности могут существовать и для категорий разных возрастов, и для категорий разных диагнозов (в случае присутствия болезни).

в). Люди разного пола, возраста и диагноза могут реагировать на вариации разных параметров внешней среды;

Собственно говоря, описанные в п.3 возможности ошибок укладываются в концепцию "индивидуальной реакции" каждого отдельно взятого человека на внешнее воздействие.

Допуская все же возможность обнаружения похожих реакций у крупных групп людей, мы опираемся на опытный факт – врачи отмечают дни, когда у большого количества пациентов регистрируется ухудшение здоровья, в противовес же подобным дням регистрируются и дни относительного "спокойствия". Рис.4 показывает рост загруженности врачей в реабилитационном кардиологическом санатории «Черная речка» к середине октября 1995 года в связи с необходимостью проведения различных видов (внеплановых) терапии и спад такой

загруженности к концу месяца (исследование, проведенное автором совместно с сотрудниками санатория в 1995 г.). Нижний график сопоставляет эти события с глобальными (27-дневными) вариациями солнечной активности, отражаемой индексом радиопотока на волне 10,7 см, однако, как показано было на Рис.1, кроме этого параметра внешней среды можно и нужно рассматривать и другие параметры.

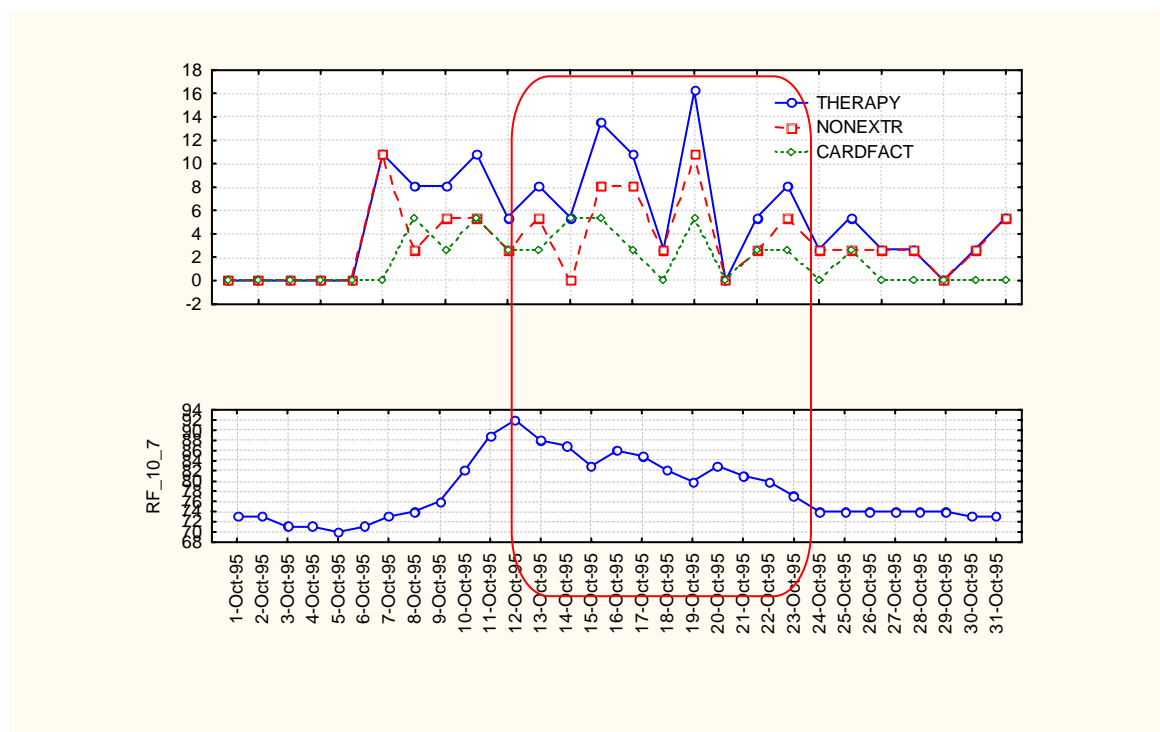


Рис.4 Временные вариации количества кардиособытий (CARDFACT: инфаркты, гипертонические кризы, отеки легкого), различных видов терапии (THERAPY – экстренная терапия, NONEXTR – просто незапланированная терапия) в санатории «Черная речка» и значений интегрального радиопотока от диска Солнца на волне длиной 10,7 в октябре 1995г.

1.4 Пропуск установления связи по причине схожести отклика объекта воздействия на различные виды этого воздействия

Ошибка посчитать изменения в состоянии организма человека не зависящими от колебаний параметров внешней среды в том случае, если эти изменения будут происходить при вариациях различных параметров. Причиной этой ошибки может быть одинаковый отклик организма на действие различных факторов (Рис.5).

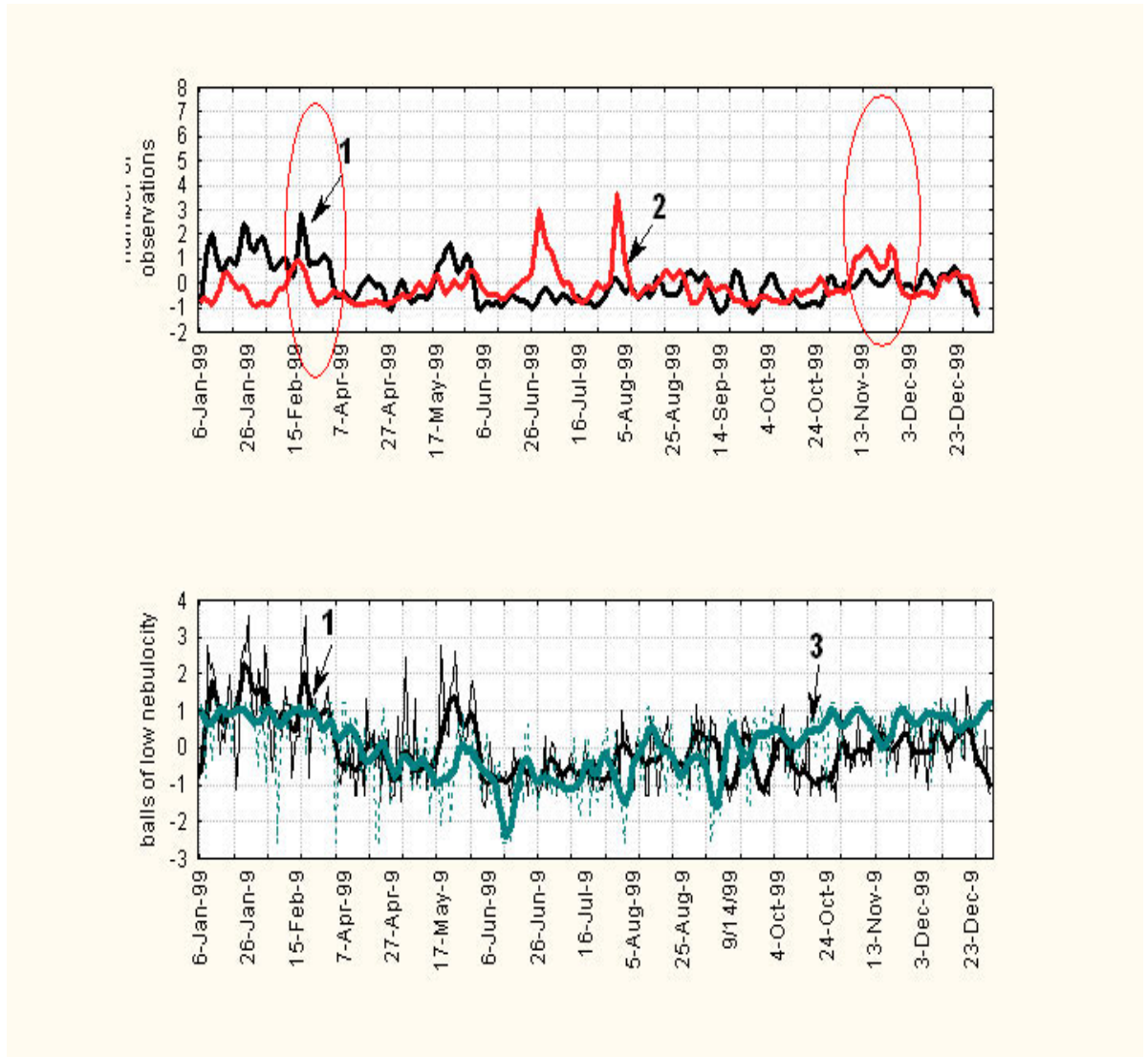


Рис.5 Временная изменчивость числа внезапных кардиальных смертей (кривая 1) в Санкт-Петербурге (на улице, записи судебно-медицинской экспертизы – отобраны только Внезапные Кардиальные Смерти (ВКС)) и числа радиовсплесков на Солнце (кривая 2), и нижней облачности (кривая 3).

Из рисунка видно, что в разные промежутки времени кривая изменчивости внезапных смертей коррелирует с кривыми разных параметров внешней среды (исследование, проведенное



автором совместно с сотрудниками медицинской академии им. И.И. Мечникова в 1999 г.). В феврале и ноябре 1999 г. отдельные участки кривой ВКС коррелируют с отдельными участками кривой количества радиовсплесков на Солнце, в целом же тренд кривой ВКС схож с трендом величины нижней облачности.

#### 1.5 Пропуск установления связи по причине особенности времени воздействия

Ошибка не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма, если эти связи имеют особенности, проявляющиеся на ограниченном промежутке времени (например, особенности земных сезонов или особенности разных фаз цикла солнечной активности).

#### 1.6 Пропуск установления связи по причине ее динамического характера

Ошибка не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма человека, если эти связи проявляются при вариациях отклонений относительно некоего установившегося на данном промежутке времени динамического уровня (например, от среднесезонного уровня или от уровня, характерного для конкретной фазы солнечной активности). Следует учитывать тот факт, что у разных параметров внешней среды свои промежутки устойчивого существования особенностей в поведении (например, приблизительно 27/2 дней для Солнца, приблизительно 5-7 дней (естественный синоптический период для европейского региона) для атмосферного давления и т.д.).

#### 1.7 Пропуск установления связи по причине замедленности реакции объекта на воздействие

Ошибка не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма человека, если существует временной сдвиг в проявлении такой связи (например, изменения исследуемого параметра внешней среды происходят не в день изменений состояния организма, а раньше).

#### 1.8 Пропуск установления связи по причине неверно выбранных факторов

Ошибка не увидеть связи между вариациями внешней среды и вариациями состояния организма человека, если и те, и другие вариации происходят со сдвигом во времени и являются в обоих случаях ответом на изменения третьего, не учтенного параметра. В этом случае изменения исследуемого параметра внешней среды происходят не в день изменений в состоянии организма, а позже, хотя и следуют друг за другом регулярно.

На Рис. 6 показано сопоставление временных изменений количества ухудшений в состоянии пациентов реабилитационного кардиологического санатория «Черная речка» в апреле 1997 г. (исследование, проведенное автором совместно с сотрудниками санатория в 1997 г.). Как видно из Рис.6, возмущения ГМП на уровне главной фазы магнитной бури (выражаются в понижении (провалах) интенсивности горизонтальной х-составляющей ГМП – средняя панель графика) приходятся на спад количества расстройств здоровья пациентов, тогда как степень возмущенности ГМП на уровне слабых вариации была высока с самого начала месяца, что совпало по времени с большим количеством расстройств здоровья пациентов (следующие пики возмущенности соответствуют по времени уже главной фазе магнитной бури).

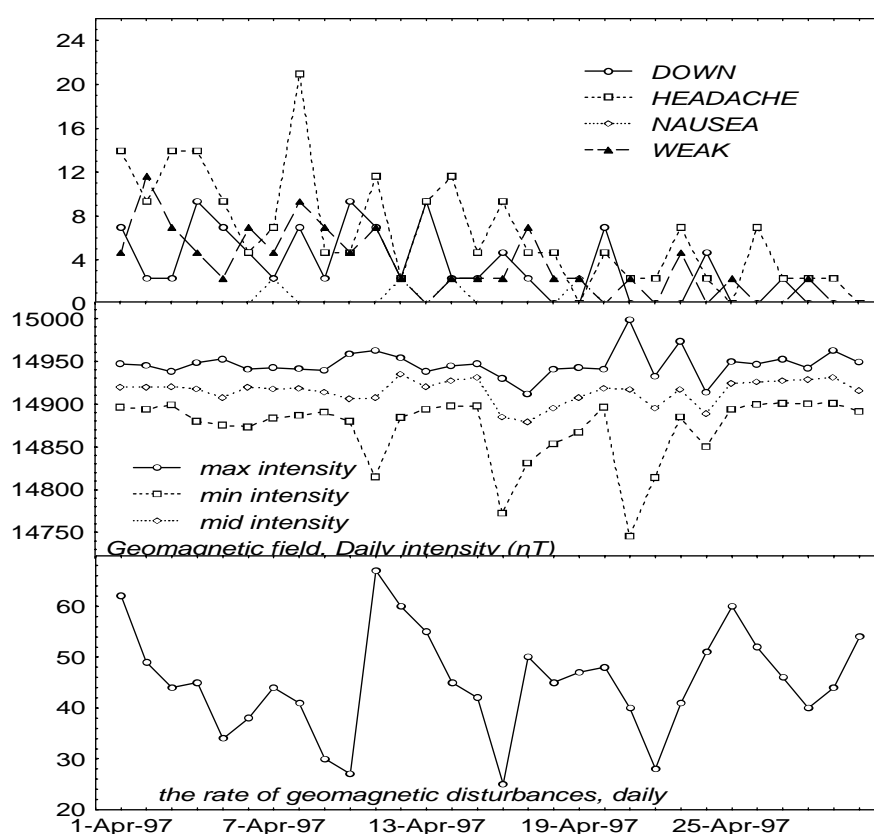


Рис. 6. Сопоставление различных видов расстройств здоровья (*DOWN* – депрессия, *HEADACHE* – головная боль, *NAUSEA* – тошнота, *WEAK* – слабость; верхняя панель графика) у пациентов санатория «Черная речка» в апреле 1997 г. с крупными вариациями геомагнитного поля (ГМП) (*max* (*min*, *mid*) *intensity* – максимальная (минимальная, средняя) в сутках величина горизонтальной х-составляющей ГМП; средняя панель графика) и со степенью возмущенности ГМП, выраженной в увеличении слабых вариаций (нижняя панель).

**Выводы из главы 1:**

Планирование эксперимента по оценке факторов среды, предположительно влияющих на изучаемый объект, следует проводить с учетом перечисленных ошибок:

1. Поиск возможной связи между вариациями природной среды и состоянием живого организма не следует проводить методами корреляционного или спектрального анализа, рассматривая синфазные вариации лишь одного параметра внешней среды и одного параметра состояния живого организма.
2. Исследование следует проводить в однородных группах, которые должны быть сформированы по однородным биологическим показателям (для людей – полу, возрасту, диагнозу) и по однородным условиям окружающей человека среды (по календарным сезонам и фазам цикла солнечной активности).
3. Правильным представляется проводить сравнение наиболее полного, по возможности, собрания характеристик природной среды, сформированного в момент регистрации конкретного состояния живого объекта, с точно таким же набором таких характеристик в момент состояния живого объекта, альтернативного первому состоянию.
4. Исследование следует проводить не только собственно в моменты указанных событий, а и на промежутках времени, предшествующем и последующем этим событиям. Для целей следует воспользоваться методом наложенных эпох.

## **Глава 2. Методика обработки входных данных и получения выводов о возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием живого организма.**

Исходя из сказанного в Главе 1, осознавая возможность перечисленных ошибок, позволим себе сформулировать начальные положения, которыми будем руководствоваться при постановке задачи поиска доказательств влияния (или его отсутствия) среды на изучаемый объект. Решением такой задачи будем считать установление наиболее вероятных факторов, вызвавших конкретные изменения в состоянии системы, которой является человеческий организм.

### 2.1 Обсуждение понятия "изменений в организме человека".

а). Изменения могут происходить на уровне сбоев функционирования внутренних систем организма, например, изменения характеристик крови, вариаций сердечного ритма и т.п. В этом случае результат исследования приводит к определению механизмов влияния внешней среды на организм человека, и служит пониманию фундаментальных основ существования человека в конкретных условиях.

б) Изменения могут приводить к так называемым "клиническим исходам" (Fletcher R. H. et al, Williams &Wilkins, 1996). Речь идет о возникновении болезней, неадекватных ответах на проводимое лечение и летальных исходах. В этом случае исследование приводит к выводам, позволяющим определить факторы риска для жизни и здоровья человека, и служит практическим руководством для лечащих врачей и больных, в этой зоне риска находящихся.

Условимся различать оба варианта исследований, так как смешивание их приводит либо к приуменьшению значимости одного из них (часто встречается мнение, что исследование варианта "клинического исхода" менее ценно, чем поиск механизмов, тогда как практическая значимость последнего, например, для службы предупреждения, явно больше, чем у первого варианта исследований), либо к скороспелым формулировкам и обоснованиям "неблагоприятных" дней при недостаточно изученных механизмах происходящих процессов.

Считаем очевидной необходимость обоих видов исследования при правильном понимании области применения полученных результатов и выводов.

Факт регистрации "изменений в организме человека" назовем "биометеорологическим событием".

## 2.2 Обсуждение понятия "факторов внешней среды".

а). Факторами, подлежащими изучению, могут являться характеристики вариаций таких слоев внешней среды, что находятся в тесном контакте с человеком. Например, характеристики состояния атмосферы. В этом случае изучаемые параметры могут претендовать на роль непосредственных факторов, воздействующих на организм человека, либо на роль агентов, передающих возмущения от областей внешней среды, от человека удаленных – например, посредников солнечных воздействий. Изучение таких параметров служит поиску механизмов влияния внешней среды на организм человека.

б). Факторами, подлежащими изучению, могут являться индикаторы проявления возмущений внешней для человека среды. Например, индексы изменений солнечной активности. В этом случае изучаемые параметры могут претендовать либо на роль инициаторов возмущений, посредством своих агентов, передающих эти возмущения человеческому организму, либо на роль индикаторов факта возникновения возмущений во внешней среде, а, следовательно, и возможных ухудшений здоровья человека. Изучение поведения таких индикаторов служит практическим целям предупреждения возможных опасных клинических исходов.

Так же считаем очевидной необходимость обоих видов исследования при правильном понимании области применения полученных результатов и выводов.

## 2.3 Обсуждение характера входных данных.

2.3.1 Данные, содержащие подробную входную информацию, позволяющую сформировать типические группы для проведения анализа.

Данные могут быть детально подробными, позволяющими сформировать однородные группы, в которых можно проводить корректный анализ условий реализации биометеорологических событий.

а) Со стороны медико-биологических данных при разбиении на однородные группы необходимо знать пол, возраст, диагноз группы обследуемых людей, на основе которых предполагается определить связь вариаций природной среды с изменениями в состоянии организма человека. При исследовании реакции живых объектов клеточного уровня при формировании однородных групп нужно знать среду, в которой содержится клеточная культура, так же, как и характеристики самой клеточной культуры. При исследовании агро-объектов при

формировании однородных групп необходима информация о среде обитания, характеристиках почвы и т.п.

b) Со стороны данных о состоянии внешней среды необходима информация о календарном сезоне и фазе солнечной активности.

В случае работы с детальными данными результаты анализа связей между вариациями природной среды и состоянием живого объекта поставят информацию, достоверность которой позволит сделать целевые выводы относительно реакции конкретной категории живых организмов на воздействие внешней среды в конкретных условиях – условиях, определяемых положением Земли в определенной точке ее орбиты вокруг Солнца (календарный сезон) и при определенной фазе цикла солнечной активности. Повторяемость выводов для одноименных сезонов, как и для одноименных фаз цикла солнечной активности, позволит обобщить таковые выводы на более широкий диапазон времени – например, для весен, зим, или для фаз максимума, минимума солнечной активности, или для весен в максимуме солнечной активности и т.п.

Следует отметить, что в этом случае существенно повышается ценность малых выборок (а такие неизбежно возникают при большом количестве признаков разбиения на статистически однородные группы), так как выполнение основного правила статистического исследования – сохранение неизменным комплекса условий при повторении эксперимента, настолько тщательно, насколько это оказывается возможным при существующем на данный момент уровне знаний – снижает степень обязательно присутствующей неопределенности, следовательно, повышает достоверность сделанного вывода. Считаем возможным учитывать результаты, полученные при сравнении даже минимальных по количеству групп (2-3 человека), так как при образовании типических выборок обеспечивается однородность по признакам, формирующим тип, а, следовательно, категоризация внутри такой выборки по признаку величины параметра внешней среды (или по поведению этого параметра) может иметь большое значение. По крайней мере, такая категоризация может направить дальнейшие исследования, указывая на возможность так называемого тонкого эффекта, доказать наличие которого станет возможным при увеличении размера выборки. Иными словами, если у людей одного пола, одного возраста, одного диагноза регистрируются различающиеся "изменения в состоянии" позволим себе искать причину таких различий в состоянии внешней среды в момент регистрации медицинских показателей. Отметим, что не следует забывать и о неучтенных (по причине их невыявленности) в конкретном эксперименте особенностях исследуемых организмов людей. Эти невыявленные особенности составят долю в неизбежной неопределенности, присутствующей при выводе любого результата.

### 2.3.2 Данные, не содержащие детальных признаков исследуемого материала.

Данные могут быть представлены большими выборками без детализации признаков.

- a) Такими, в первую очередь, являются данные со стороны медико-биологических показателей. Например, это показатели уровня заболеваемости с определенным диагнозом в различных крупных географических регионах страны за год.
- b) Данные о состоянии природной среды в случае отбора их для подобных медико-биологических показателей будут характеризовать полный год в данном географическом регионе, указывая положение этого года на линии смены фаз цикла солнечной активности.

Следует отметить, что в этом случае, при потере детализации и, следовательно, возможности целевых выводов для определенных категорий живых организмов относительно их реакции на изменения в окружающей природной среде, существенно повышается достоверность выводов-обобщений по признаку географической локализации. Причина – в надежности выводов, полученным по большим выборкам. Как правило, такие выборки достигают сотен миллионов элементов.

Полезность обоих видов исследования снова очевидна при правильном понимании области применения полученных результатов и выводов.

Определим порядок (программу) действий при проведении исследований.

2.4 Порядок действий при проведении исследований в случае детально-подробных входных данных.

- 1) Во избежание ошибок, описанных в пп.3,4, главы1, на первой стадии исследования проводим статистический анализ входных данных, характеризующих изучаемый объект. А именно: создаем группы данных, однородных по наибольшему количеству показателей (например, группы обследуемых людей, одинаковых по возрасту, полу, диагнозу и т.п.).
- 2) Внутри каждой группы устанавливаем критерии "нормы" и "аномалии", соглашаясь с мнением " (Fletcher R. H. *et al*, Williams &Wilkins 1996; Ray S. *et al*, 2018; Miettinen O.S. *et al*, Journal of Evaluation in Clinical Practice, 2003 9, 3, 315–317, 2003; Supino P.G. *et al*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2012, pp 45-46, 2012): "Норму принято рассматривать, как наиболее часто встречающееся, или обычное состояние".
  - i) Если не существует категоричного квалифицированного мнения врача, предоставившего данные для исследования, о том, что считать "нормой", а что "аномалией» – патологией (Fletcher R. H. *et al*, 1996), определяем эти понятия через численные характеристики статистических распределений исследуемых медицинских параметров. А именно: "нормой"

считаем значения исследуемого параметра, находящиеся в рамках срединного отклонения его распределения, даже если эти значения выходят за границы медицинской нормы, определяющей степень здоровья человека. Причиной такого подхода является как раз необходимость определить "наиболее часто встречающееся, или обычное состояние" исследуемого параметра. У людей разных возрастов, полов и диагнозов "часто встречающиеся значения" могут различаться, отклоняясь при этом и от нормы здорового человека, безо всякого влияния внешней среды (Рис 2, Глава1).

ii) Понятие "аномалии" определяется в каждом конкретном исследовании:

- (a) При грубой оценке рассматриваем как "аномалию" значения параметров, лежащие в пределах нижней и верхней квартилей,
- (b) При более тонком анализе рассматриваем значения дальних хвостов распределения (например, значения, отделяемые 10%- и 90% -критическими точками), вводя при этом классы промежуточных значений (например, значения в рамках 10%-25% распределения и 75%-90% распределения).
- (c) В случае же определения "аномалии" врачом, предоставившим данные, считаем правильным подчиниться его принципам категоризации данных.

3) Во избежание ошибки п.5, главы1, «норму» и «аномалию» медико-биологических данных определяем в условиях конкретных земных сезонов, принимая во внимание тот факт, что временной интервал конкретного сезона уже находится внутри временного интервала конкретной фазы солнечной активности (и в том случае, когда эта фаза является переходной). Исследование считаем правильным проводить внутри каждой из образованных групп, позволяя себе объединять лишь выводы.

4) Проводим отбор параметров внешней среды, являющихся характеристикой даты регистрации конкретного медико-биологического события (здесь и далее в работе - «биометеорологического события»). Формируем комплексы характеристик предположительно воздействующей на исследуемый объект среды (здесь и далее в работе - «Комплекс Погоды»). Распределяем отобранные данные по категориям "нормы" и "аномалии" (категорий «аномалии» может быть больше одной).

5) Во избежание ошибок, описанных в п. п.5,6, главы1, рассматриваем вариации параметров внешней среды с двух точек зрения:

1. С точки зрения значений параметров, взятых в исходных (абсолютных) единицах. Так



можно увидеть существование (или отсутствие) различий "изменений в организме человека" на больших временных промежутках, характеризующихся относительно устойчивым значением исследуемого параметра. Например, можно установить, существуют ли различия между состояниями живого организма в разные фазы цикла солнечной активности.

2. С точки зрения значений параметров, взятых в относительных единицах отклонений от среднесезонного уровня. Так можно увидеть существование (или отсутствие) различий «изменений в организме человека» на небольших временных промежутках. Например, можно установить, есть ли разница в состоянии организма человека при отклонениях атмосферного давления в несколько гПа, даже если результирующая величина не превышает климатической нормы. Для решения этой задачи устанавливаем отношения **суточных** характеристик каждого параметра к его же **сезонным** характеристикам – проводим процесс стандартизации на сезонную медиану:

$$x_{st} = \frac{x - x_{0.5\text{season}}}{S_{x\text{season}}}$$

Такая обработка позволяет:

- a) 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, сразу превращается в выборочную совокупность, для которой можно рассчитывать описательные статистики, следовательно, получать возможность характеризовать весь комплекс в целом, например, его математическим ожиданием и дисперсией.
- b) 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). Кроме того, возникает возможность исследования вопроса – «соотносится ли нормальное состояние живого организма с нормальным состоянием окружающей среды в конкретный календарный сезон и конкретную фазу цикла солнечной активности» (назовем «ядро нормальной погоды»);
- c) 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.

б) Во избежание ошибок п.п. 1, 2, 4, главы1, проводим сравнение состояния целостного Комплекса Погоды около моментов регистрации различных биометеорологических событий (за моменты принимаем дни регистрации указанных событий):

i. Во избежание ошибок п.п. 7,8, главы1, рассматриваем вариации характеристик среды на промежутке не менее  $\pm 5$  дней от дня регистрации изменений в состоянии исследуемого объекта.

ii. Проводим поиск дня максимального различия комплексов характеристик внешней среды, которые соответствуют различным категориям состояния исследуемого объекта, на всем интервале наложенных эпох. Определив такой день, можно понять в какой точке линии смены погоды регистрируется факт биометеорологического события. Математический аппарат поиска дня максимального различия Комплексов Погоды описан в Главе 3.

iii. Проводим поиск дня максимального различия комплексов характеристик внешней среды, соответствующих разным биометеорологическим событиям, на половинном интервале метода наложенных эпох (от (-5)-дня до дня указанного события(0)-дня). Такой день может оказаться полезен для прогностических целей.

iv. Находим дни, когда такие комплексы не отличались. Определение таких дней позволит сократить процедуру обработки информации в дальнейших исследованиях.

7) Фильтруем первоначально собранные характеристики внешней среды, определив такие из них, различие между которыми при соответствии разным категориям состояния исследуемого объекта в исследуемый день является недостоверным. Математический аппарат фильтрации характеристик внешней среды описан в Главе 3.

8) Составляем списки достоверно различающихся характеристик внешней среды, соответствующих разным категориям состояния исследуемого объекта в исследуемый день (назовем «рабочими параметрами»).

9) Исследуем временное (в рамках интервала наложения эпох) поведение «рабочих параметров». Для таких параметров определяем день, когда начинает изменяться конкретный внешний параметр перед тем, как перейти в интересующее нас состояние – непосредственно в день его регистрации вместе с исследуемым событием или раньше – это позволит установить заблаговременность прогноза для медико-биологических целей. Для ответа на этот вопрос нужно воспользоваться методом наложения эпох и рассмотреть следующие возможные ситуации:

- i. В один и тот же день относительно даты исследуемых биометеорологических событий разных категорий («норма»- «аномалия»), начинается изменение одного и того же внешнего параметра в противоположных направлениях (либо в сторону превышения своей сезонной медианы, либо в сторону убывания от нее). Установление списка таких параметров представляется наиболее интересным, а заблаговременное определение начала их изменения может послужить базой надежного прогноза интересующих исследователя событий.
  - ii. Изменения внешнего параметра относительно его сезонной медианы происходит в разные дни при отношении этого параметра к разным биометеорологическим событиям. Установление списка таких параметров тоже может послужить базой для прогноза конкретных биометеорологических событий.
  - iv. Внешний параметр может оставаться на одном и том же уровне относительно его сезонной медианы на протяжении многих дней, но уровни эти могут быть разными в случаях отношения указанного внешнего параметра к разным исследуемым биометеорологическим событиям. Такое состояние внешнего параметра в течение долгого времени можно определить, как фон для исследуемого явления. Установление списка таких параметров может послужить основой для прогноза периодов риска возможности интересующих исследователя событий.
  - v. Внешний параметр может долго оставаться в состоянии фона, изменившись всего один раз, произведя своеобразный всплеск, но всплеск этот может произойти в разных направлениях (в сторону «меньше сезонной медианы» или в сторону «больше сезонной медианы») в случае соответствия разным исследуемым событиям. Список параметров, склонных к таким всплескам, важен для прогноза периодов риска возможности интересующих исследователя событий.
- 10) Определяем «ядро нормальной погоды». Это границы величин природных параметров, при которых сохраняется «нормальное» состояние организма человека. Такой результат обладает прогностической ценностью, может служить базой для составлений механизма прогноза погоды для медико-биологических целей.

Схема методики обработки входных данных и получения выводов о возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием живого организма при проведении исследований в случае детально-подробных входных данных



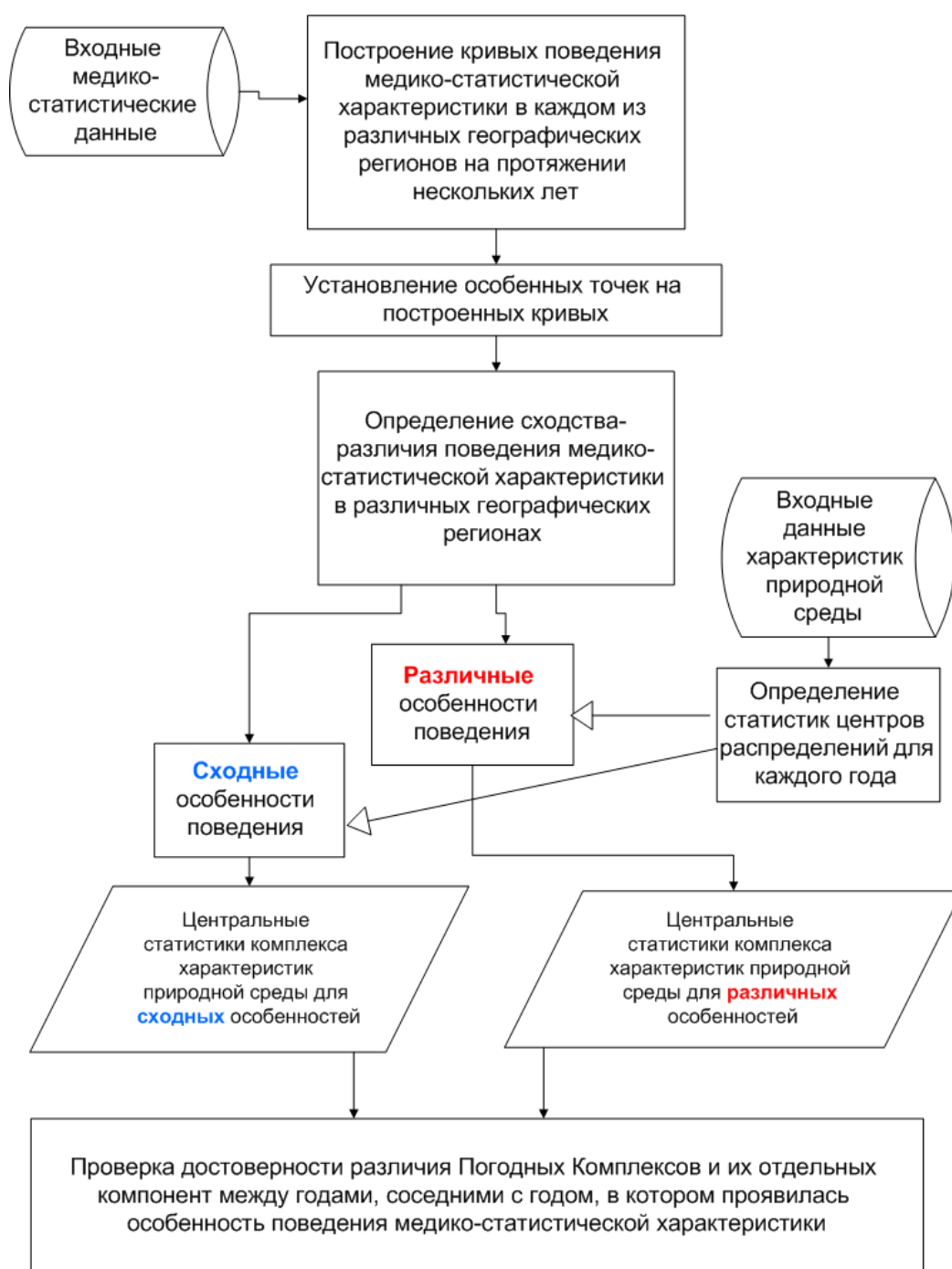
2.5 Порядок действий при наличии лишенных детализации, представленных большими выборками данных.

- 1) Выявляем поведение исследуемого медико-статистического параметра на временном промежутке в несколько лет для каждого исследуемого географического региона (строим кривые, описывающие это поведение).
- 2) Определяем особенные точки на кривых, описывающих поведение исследуемого медико-статистического параметра на временном промежутке в несколько лет для каждого исследуемого географического региона.
- 3) Собираем Комплекс Погоды для каждого исследуемого региона для каждого года исследуемого промежутка времени.
- 4) Во избежание ошибок п. 5, главы 1, определяем характеристики исследуемых лет с точки зрения космической погоды – положение на линии смены фаз цикла солнечной активности, а также с точки зрения земной погоды в исследуемых регионах – наличие аномальных климато-метеорологических характеристик (холодные зимние периоды, дождливые летние периоды и т.п.).
- 5) Сопоставляем кривые поведения медико-статистического параметра в разных географических регионах.
- 6) Рассматриваем сходство или различие таких кривых с учетом сходства-различия географических координат (широты, долготы), учетом известных географических характеристик местности (отношение к водным резервуарам, покрытию лесом, геомагнитным аномалиям и т.п.), а также учитываем количество населения в случае суммарных медицинских статистик исследуемых регионов.
- 7) Определяем центры распределений (среднее, медиана, мода) каждой из природных характеристик по выборкам величиной в год для каждого года исследуемого промежутка времени.
- 8) При выявлении сходства поведения кривых исследуемого медико-статистического параметра в регионах с разными географическими характеристиками более тщательно исследуем вариации глобальных, общих для различных географических точек характеристик природной среды. С наибольшей вероятностью такими характеристиками должны оказаться параметры космической погоды.
- 9) При выявлении различия поведения кривых исследуемого медико-статистического параметра в регионах с разными географическими характеристиками более тщательно исследуем локальные характеристики природной среды. С наибольшей вероятностью такими

характеристиками должны оказаться параметры земной погоды, а также локальные характеристики геомагнитного поля (широтные различия геомагнитного поля и геомагнитные аномалии).

10) Проводим статистический анализ достоверности сходства или различия параметров природной среды (космической и земной погоды), характеризующих соседние годы на кривых поведения медико-статистического показателя. Проверка достоверности различия проводится с помощью критерия проверки гипотез Крускала-Уоллиса при нулевой гипотезе о сходстве распределений каждого из параметров внешней среды, входящего в Погодный Комплекс.

Схема методики обработки входных данных и получения выводов о возможной связи между вариациями природной окружающей среды и состоянием живого организма при проведении исследований в случае лишенных детализации, представленных большими выборками данных.



**Выводы из Главы 2:**

1. Обусловлены различные подходы к определениям изменений в живом организме и изменений во внешней среде.
2. Введено понятие «биометеорологического события».
3. Предложен механизм категоризации биометеорологических событий – разбиение на категории «нормы» и «аномалии».
4. Введено понятие «Комплекса Погоды».
5. Введено понятие «рабочих параметров».
6. Обусловлены достоинства и недостатки разных по характеру входных данных. Для каждого предложена схема их обработки и получения конечных выводов.



### Глава 3. Математический аппарат поиска дня максимального различия Комплексов Погоды в интервале наложенных эпох и фильтрации элементов Комплекса Погоды.

Наборы стандартизованных (в данной работе на сезонную медиану) параметров природной среды, соответствующие различным категориям исследуемых событий («норма»-«аномалия»), очевидным образом представляют собой кластеры, уже сформированные по заданному условию – соответствию конкретному исследуемому событию. Таким образом, приходим к одной из задач кластерного анализа – определению межкластерных расстояний (Дж Ту, Р. Гонсалес, М., Мир, 1978) в интервале наложенных эпох с шагом в одни сутки и выделению из них максимального. В настоящей работе используется евклидово межкластерное расстояние, определяемое как

$$distance(X, Y) = \|X, Y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{0.5i} - y_{0.5i})^2}$$

где  $X$  и  $Y$  – это исследуемые кластеры,  $n$  – количество их членов,  $x_i$  и  $y_i$  – значения стандартизованных (в данной работе на сезонную медиану) величин членов соответствующих кластеров. Предлагается зафиксировать базовый кластер (например, внешних параметров, соответствующих «норме» исследуемых событий) и определять расстояние между ним и остальными кластерами (например, внешних параметров, соответствующих «аномалии» исследуемых событий). По причине того, что члены кластеров имеют разные распределения вероятностей реализации их значений, форма этих кластеров несимметрична. Это значит, что нужно проводить исследование собственно облаков кластеров, учитывая дисперсию каждого внешнего параметра, являющегося членом конкретного кластера (если имеются наблюдения нескольких дней соответствующей данной категории, например, «норме» или «аномалии» биометеорологических событий). Исходя из сказанного, процедура вычисления максимального межкластерного расстояния выглядит нижеописанным образом.

### 3.1 Процедура вычисления максимального межкластерного расстояния

Входная информация:

1. Имеется список дней, регистрирующих реализацию конкретных биометеорологических событий. Предмет исследования – условия реализации этих событий.
2. Имеются комплексы (наборы) измеренных характеристик природной среды, наблюдавшихся в дни регистрации исследуемых событий.
3. Каждое событие определенной категории («норма» или «аномалия») наблюдается несколько раз в заданный промежуток времени, но количество наблюдений различных явлений не всегда одинаково.

Задачи:

1. Найти день, в рамках интервала наложенных эпох, максимального различия указанных комплексов при их соответствии различающимся событиям.
2. Иметь возможность определить достоверность/недостоверность различия указанных комплексов при их соответствии различным событиям в любой заданный день интервала наложенных эпох.

Исходные положения:

1. Каждый комплекс характеристик природной среды может быть представлен точкой в многомерном пространстве, размерность которого равна количеству характеристик природной среды.
2. При условии многократных наблюдений имеем набор таких точек, соответствующих конкретному событию.

Возможные действия:

1. Определить расстояние между двумя точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ , соответствующими двум различным исследуемым категориям событий. Это евклидова норма разности медиан наблюдавшихся значений каждой характеристики природной среды, (т.е. медиан (по выборке из всех наблюдений) координат многократных событий реализации явления «норма» или «аномалия» по каждому измерению пространства):

$$distance(\vec{X}, \vec{Y}) = \|\vec{X}, \vec{Y}\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{0.5_i} - y_{0.5_i})^2}$$

где  $i$  – номер характеристики природной среды,  $N$  – количество характеристик природной среды (количество измерений пространства).

2. Найти день максимального расстояния между этими точками на интервале наложенных эпох.

Для определения указанного выше максимального расстояния необходимо задать порог достоверности различия распределений точек, полученных из многократных наблюдений, при соответствии их разным исследуемым явлениям.

### 3.2 Установление порога достоверности различия природных комплексов при их соответствии различным явлениям

Порог достоверности различия природных комплексов при их соответствии различным явлениям предлагается определить тремя способами:

#### 3.2.1 Определение порога достоверности посредством учета внутренней дисперсии каждого кластера

Для того, чтобы учесть внутреннюю дисперсию наблюдений по каждой координате, спроецировав ее на прямую найденного расстояния между точками необходимо:

- i. Вычислить направляющие косинусы каждой разности медиан наблюдавшихся значений каждой характеристики природной среды, (т.е. медиан координат многократных событий реализации явления по каждому измерению пространства):

$$\cos \alpha_i = \frac{x_{0.5_i} - y_{0.5_i}}{distance(X, Y)}$$

ii. Нормировать найденные направляющие косинусы на внутреннюю дисперсию наблюдений по каждой координате:

$$\cos \alpha_{iNorm} = \frac{\cos \alpha_i}{\sigma_i}$$

iii. Найти максимальный направляющий косинус для оценки максимально возможной разности:

$$\cos \alpha_{max} = \max (\cos \alpha_i)$$

iv. Вычислить евклидову норму направляющих косинусов, нормированных на внутреннюю дисперсию:

$$\|\cos \alpha_{iNorm}\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\cos \alpha_i}{\sigma_i}\right)^2}$$

v. Масштабировать максимальный направляющий косинус в единицах евклидовой нормы направляющих косинусов, нормированных на внутреннюю дисперсию измерений по каждой координате:

$$ii. \quad \cos \alpha_{max}^{Scale} = \sqrt{\left(\frac{\cos \alpha_{max}}{\|\cos \alpha_{iNorm}\|} * \frac{\cos \alpha_i}{\cos \alpha_{max}}\right)^2}$$

vi. Определить эту величину как внутреннюю дисперсию по всем измерениям каждой из точек  $\vec{X}, \vec{Y}$ :

$$InnerDistance = \sqrt{\left(\frac{\cos \alpha_{max}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{NParam} \frac{\cos^2 \alpha_i}{\sigma_i^2}}} * \frac{\cos \alpha_i}{\cos \alpha_{max}}\right)^2}$$

Результат 1: Принять суммарную величину внутренних дисперсий  $\vec{X}$  и  $\vec{Y}$  ( $InnerDistance_x + InnerDistance_y$ ) порогом достоверности различия природных комплексов, соответствующих различным явлениям. Тогда:

$$distance_{proved}(X, Y) = distance(X, Y) - InnerDistance_x - InnerDistance_y$$

Теперь можно искать день с максимальной  $distance_{proved}(X, Y)$  на линии смены дней интервала наложенных эпох.

Результат 2: В случае сравнения редких явлений с часто встречающимися явлениями (пусть  $\vec{X}$  встречается чаще, чем  $\vec{Y}$ ) принять двойную величину дисперсии часто встречающихся явлений  $2 * InnerDistance_x$  порогом достоверности различия природных комплексов, соответствующих различным явлениям. Тогда:

$$distance_{proved}(X, Y) = distance(X, Y) - 2 * InnerDistance_x$$

Теперь можно искать день с максимальной  $distance_{proved}(X, Y)$  на линии смены дней интервала наложенных эпох.

3.2.2 Определение порога достоверности посредством учета максимальной составляющей внутренней дисперсии кластеров

В этом случае предлагается принять порогом достоверности различия природных комплексов, соответствующих различным явлениям, нормированный на дисперсию направляющий косинус, вычисленный для координаты (характеристики природной среды), дисперсия которой максимальна. Это наиболее простой, но весьма распространенный способ установления порога достоверности распознавания образов (Дж. Ту, Р. Гонсалес, 1978)

$$\cos \alpha_{Norm_{\sigma_{max}}} = \frac{\cos \alpha_{\sigma_{max}}}{\sigma_{max}}$$

тогда

$$distance_{proved}(X, Y) = distance(X, Y) - (\cos \alpha_{\sigma_{max}})_x - (\cos \alpha_{\sigma_{max}})_y$$

и в случае редких явлений в сравнении с часто встречающимися явлениями:

$$distance_{proved}(X, Y) = distance(X, Y) - 2 * (\cos \alpha_{\sigma_{max}})_x$$

Теперь можно искать день с максимальной  $distance_{proved}(X, Y)$  на линии смены дней интервала наложенных эпох.

### 3.2.3 Определение порога достоверности с применением теории проверки гипотез

В этом случае предлагается принять порогом достоверности различия природных комплексов, соответствующих различным явлениям, определенный уровень значимости Манна-Уитни нулевой гипотезы о сходстве распределений проекций точек, полученных из многократных наблюдений за этими явлениями, на прямую, которой принадлежит расстояние между точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ . Для этого нужно:

- i. Определить расстояние между двумя точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ , соответствующими двум различным исследуемым явлениям. Это евклидова норма разности медиан наблюдавшихся значений каждой характеристики природной среды, (т.е. медиан (по выборке из всех наблюдений) координат многократных событий реализации явления по каждому измерению пространства):

$$distance(X, Y) = \|X, Y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{0.5_i} - y_{0.5_i})^2}$$

- ii. Вычислить направляющие косинусы каждой разности медиан наблюдавшихся значений каждой характеристики природной среды, (т.е. медиан координат многократных событий реализации явления по каждому измерению пространства):

$$\cos \alpha_i = \frac{x_{0.5_i} - y_{0.5_i}}{distance(X, Y)}$$

- iii. Определить уравнение прямой, которой принадлежит расстояние между точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ . Коэффициентами в уравнении прямой взять вычисленные направляющие косинусы.

$$\vec{t}_x = \vec{X} + \overline{\cos \alpha} * \tau_x,$$

$$\vec{t}_y = \vec{Y} + \overline{\cos \alpha} * \tau_y,$$

где  $\vec{X}$  - это начало координат, установленное в базовой точке,  $\tau$  - положение проекции точки конкретного наблюдения на прямую расстояния между точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ ,  $\vec{t}$ - слепая переменная.

- iv. Определить уравнение плоскости, перпендикулярной описанной прямой. Это плоскость, содержащая значения конкретных наблюдений - для каждого параметра внешней среды своя. Коэффициентами в уравнении такой плоскости, по определению, являются коэффициенты прямой, перпендикулярной этой плоскости:

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * \vec{t} + D = 0$$

- v. Плоскость содержит точку конкретного наблюдения  $\vec{X}_{obs}$ , следовательно:

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * \vec{X}_{obs} + D = 0$$

тогда

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * \vec{X}_{obs} = -D$$

- vi. Уравнение плоскости, проходящей через точку конкретного наблюдения и пересекающей перпендикулярно прямую расстояния между точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ :

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * (\vec{X} + \overline{\cos \vec{\alpha}} * \tau) - \overline{\cos \vec{\alpha}}^T * \vec{X}_{obs} = 0$$

- vii. Пересечение указанных плоскости и прямой определяет положение  $\tau$  проекции точки конкретного наблюдения на прямую расстояния между точками  $\vec{X}, \vec{Y}$ :

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * ((\vec{X} + \overline{\cos \vec{\alpha}} * \tau) - \vec{X}_{obs}) = 0$$

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * (\vec{X} - \vec{X}_{obs}) + \overline{\cos \vec{\alpha}}^T * \overline{\cos \vec{\alpha}} * \tau = 0$$

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * (\vec{X} - \vec{X}_{obs}) + 1 * \tau = 0$$

$$\overline{\cos \vec{\alpha}}^T * (\vec{X} - \vec{X}_{obs}) = -\tau$$

$$\tau = \overline{\cos \vec{\alpha}}^T * (\vec{X}_{obs} - \vec{X})$$

тогда положение точки проекции конкретного наблюдения на прямую эвклидовой нормы межкластерного расстояния:

$$x_{obspr} = \tau = \sum_{i=1}^{N_{Env.Param}} \cos \alpha_i * (x_{obs_i} - x_{0.5i})$$

Теперь можно применить критерий проверки гипотез о сходстве-различии распределений таких точек проекций всех наблюдений всех членов Комплексов Погоды и определить такой день в интервале наложенных эпох, когда различие будет максимально достоверным. В

настоящей работе используется критерий Манна-Уитни при нулевой гипотезе о сходстве распределений указанных проекций наблюдений.

После вычисления межкластерного расстояния Комплексов Погоды и направляющих косинусов их элементов можно применять любой из предложенных методов определения порога достоверности различия этих кластеров.

Определив порог достоверности различия Комплексов Погоды, можно теперь найти день максимального различия этих комплексов на интервале наложенных эпох.

Каждый из описанных методов определения порога достоверности различия кластеров Комплексов Погоды самостоятелен. Представляется возможным использование каждого из них в зависимости от характера входных данных и поставленной задачи в каждом конкретном исследовании.

### 3.3 Математический аппарат фильтрации элементов Комплексов Погоды

Предлагается использовать критерий Манна-Уитни проверки гипотез с нулевой гипотезой о сходстве распределений каждого из параметров внешней среды в найденный день максимального различия.

Это позволит отфильтровать входные параметры по уровню значимости этого критерия. А именно, определить:

- 1) 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.
- 2) Характеристики внешней среды (элементы Комплекса Погоды), различавшиеся в определенный день максимального различия комплексов. Логичным представляется считать их ответственными за разбиение медицинских событий на категории.
- 3) Характеристики внешней среды (элементы Комплекса Погоды) максимально различавшиеся в определенный день максимального различия комплексов. Таким характеристикам внешней среды следует придавать наибольший вес в прогностических формулах и уделять им наибольшее внимание в дальнейшей процедуре исследования, а именно: рассматривать их поведение на интервале наложенных эпох, определять день начала их характерного изменения, определять их связь с другими характеристиками природной среды уже



на основе знаний о физической природе параметров и их известной взаимозависимости, искать предикторы возмущений таких природных характеристик.

**Выводы из Главы 3:**

1. Предложен способ нахождения расстояния между кластерами Комплексов Погоды, сформированными стандартизованными на сезонную медиану характеристиками природной среды.
2. Предложено три метода определения порога достоверности различия Комплексов Погоды.
3. Предложен метод фильтрации элементов Комплексов Погоды и отбора из них наиболее значимых.

#### **Глава 4. Результаты исследований, проведенных с применением разработанных методов статистической оценки биометеорологических факторов.**

Схемы проведения исследований, предложенные в Главе 2, предполагают необходимость формирования представлений об организации входных данных. Структура входных данных с медико-биологической стороны, как правило, обусловлена поставленной задачей, определяющей характер биометеорологических событий (термин определен в Главе 2), и характером рядов наблюдения. Указанные характеристики определяют выбор как собственно представления данных, так и всей схемы исследования – либо процедуры обработки детально-подробных данных, либо процедуры обработки лишенных детализации входных данных. Формирование таких представлений, очевидно, следует проводить перед началом каждого исследования. В отношении же входных данных природной среды можно установить некоторое единообразие, поскольку для любого вида исследований эта среда одна и та же. Такое положение вещей обусловлено постановкой главной задачи – анализ условий окружающей среды для конкретных медико-биологических событий. Такое единообразие может нарушаться только доступностью локальных географических характеристик местности проводимого исследования – не везде существует сеть обсерваторий с доступными данными. В последнем случае приходится также переходить к более грубым данным крупного масштаба – по-широтным, планетарным характеристикам космической погоды и характеристикам земной погоды, доступным из ближайшей к исследуемому району метеообсерватории. Исходя из относительного единообразия данных внешней среды, предлагается определить условную рабочую схему представления этой среды.

##### **4.1 Рабочая схема представления природной среды (гелиогеофизических и метеорологических факторов)**

Рабочая схема представления природной среды (гелиогеофизических и метеорологических факторов), окружающей исследуемые биометеорологические объекты, ориентирована на структуру солнечно-земных связей с точки зрения следующей условной последовательности, основанной на положении изучаемых природных явлений в пространстве относительно объекта их воздействия, расположенного на поверхности Земли:

1. вариации проявлений Солнечной Активности – СА (глобальные вариации СА и вариации вспышечной компоненты СА),
2. вариации характеристик процессов в околоземном космическом пространстве,
3. вариации характеристик геомагнитного поля,
4. вариации характеристик ионосферы и электрического поля атмосферы,
5. вариации метеорологических характеристик.

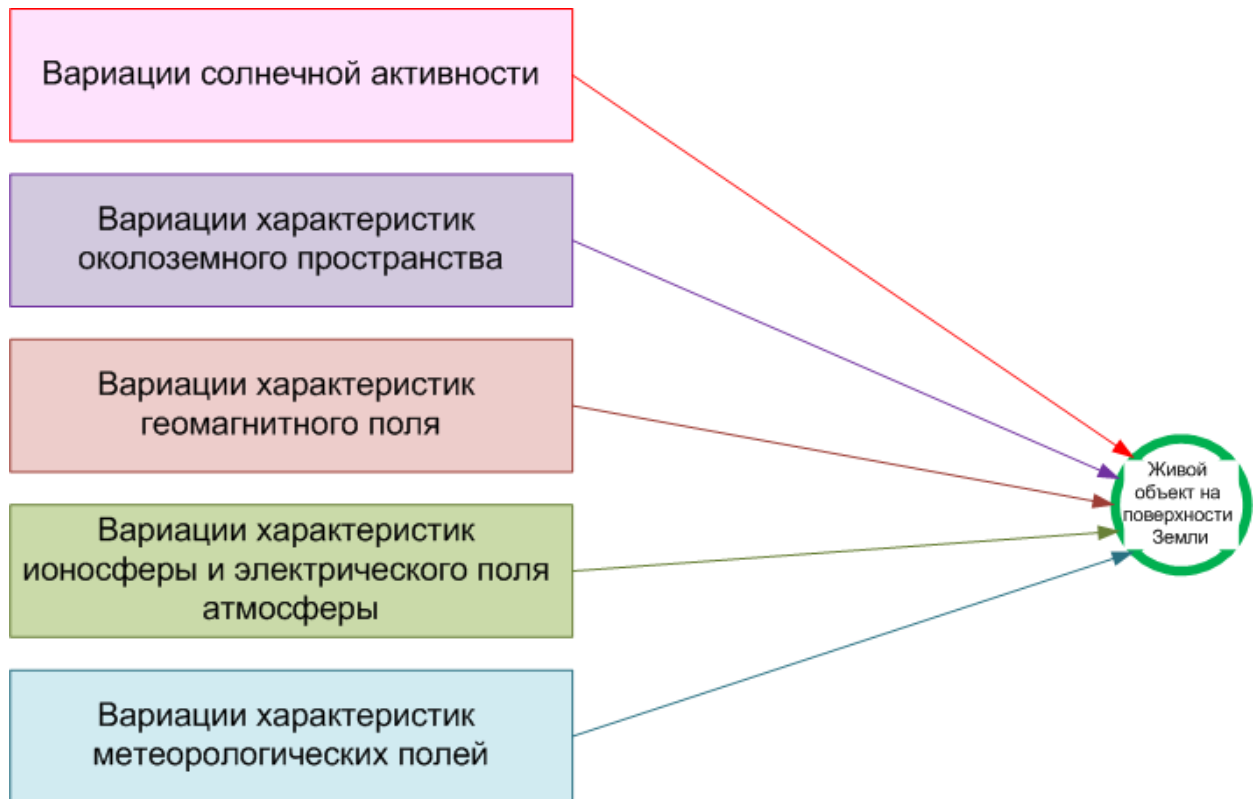


Рис. 1 Иллюстрация представления рабочей схемы факторов природной среды, предположительно воздействующих на живой объект, находящийся на поверхности Земли.

Исходя из предложенной схемы, сформирована структура изучаемого комплекса природных факторов. Такой комплекс состоит из 2 блоков – (1) космической и (2) земной погоды, разбитых на 5 перечисленных выше подблоков.

Предложенная схема обладает следующими достоинствами:

- i. представляет собой примерно полноценный абрис природной среды (хотя, конечно, не претендует на полное ее представление);
- ii. при расширении исследования позволяет легко добавлять новые блоки природных характеристик.

Каждый из перечисленных блоков содержит в себе весь набор суточных статистических характеристик каждого из входящих в него факторов. Отправной гипотезой, служащей причиной такой детализации, является предположение о неизвестной преимущественной значимости какой-либо из суточных характеристик природного параметра для его роли фактора, провоцирующего биометеорологическое явление (например, среднесуточное значение атмосферного давления vs. суточная его дисперсия). Каждая из суточных статистических характеристик каждого природного параметра превращается, таким образом, в независимый и равноправный с другими фактор, участвующий в исследовании. Полный список характеристик природной среды (космической и земной погоды) помещен в Приложение А.

Представление входных медико-биологических данных, как было сказано выше, определено их репрезентативностью и характером поставленной задачи. Представление это формируется в начале каждого конкретного исследования. Ниже перечислены проведенные автором конкретные исследования, в каждом из которых было сформировано свое представление входных медико-биологических данных.

#### 4.2 Исследования, проведенные с применением разработанных методов статистической оценки биометеорологических факторов

4.2.1 Исследования на территории Санкт-Петербурга, проведенные по схеме детально-подробных входных данных:

- 1) Анализ состояния природной среды при различном самочувствии пациентов реабилитационного кардиологического санатория «Черная речка».
  - a. Октябрь 1995 г. (65 пациентов).
  - b. Апрель 1997 г. (72 пациента).
- 2) Анализ состояния природной среды при различных гемо-показателях пациентов с диагнозом «ишемическая болезнь сердца» в 442 окружном военном клиническом госпитале им З.П. Соловьева. 25.05.2000-31.05.2001 (539 пациентов).
- 3) Анализ состояния природной среды при различной динамике развития эмбрионов в центре планирования семьи г. Пушкин, 1999-2006 гг. (272 пациента).
- 4) Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических заболеваний в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных:

- (1) Внезапные кардиальные смерти на улицах Санкт-Петербурга с посмертным диагнозом «ишемическая болезнь сердца» (1044 случая),
  - (2) Внезапные кардиальные смерти на улицах Санкт-Петербурга с посмертным диагнозом «инсульт» (88 случаев),
  - (3) Внезапные кардиальные смерти в НИИ Скорой Помощи (19 случаев),
  - (4) вызовы городской службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (93 случая),
  - (5) вызовы пригородной (Сестрорецк) службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (60 случаев),
  - (6) вызовы районной (Петроградский район) службы скорой помощи с итоговым заключением «летальный исход» (77 случаев).
- 5) Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике внезапных кардиальных смертей в НИИ скорой помощи. Полный 2002 г. (91 случай).
  - 6) Анализ состояния природной среды при разной ежедневной статистике внезапных кардиальных смертей на улицах Санкт-Петербурга с различными посмертными диагнозами. Полный 2002 г, полный 2006 г. (соответственно, 4912 случаев, 8126 случаев).
  - 7) Анализ состояния природной среды при различных вариациях сердечного ритма (стандартное отклонение длины нормального интервала (Normal-to-Normal (NN) interval). 1.02. 2003 – 25.10.2010 (27 пациентов, 137 наблюдений).
  - 8) Анализ состояния природной среды в случаях различного ежедневного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов «ишемическая болезнь сердца». 2006-2009 гг. (15120 вызовов).

4.2.2 Исследования в различных географических регионах России, проведенные по схеме детально-подробных входных данных:

- 1) Анализ состояния природной среды при различных состояниях здоровья студентов РГГМУ на практике в природном биосферном заповеднике г. Туапсе. Июль 2014 г. (6 человек)
- 2) Анализ состояния природной среды при различных ежедневных количествах вызовов врача при различных диагнозах в городе Владикавказ (Республики Северная Осетия - Алания Российской Федерации). 2008-2009 гг. (10149 вызовов).

- 3) Анализ состояния природной среды при различных ежедневных количествах вызовов врача при различных диагнозах в городе Глазов (Удмуртской республики Российской Федерации). 2015-2016 гг. (64856 вызовов)
- 4) Анализ состояния природной среды при началах неблагоприятных для здоровья человека синоптических явлений – длительных периодов (свыше 10 дней) сохранения различных барических образований в атмосфере над городом Тамбов. Сравнение с подобной ситуацией над Санкт-Петербургом 2007-2013 гг. (Санкт-Петербург – 14 случаев, Тамбов – 26 случаев)
- 5) Анализ состояния природной среды при началах и концах неблагоприятных для здоровья человека синоптических явлений – ежедневной смене барических образований в атмосфере над городом Омск. 14.01.2006-25.01.2007; 9.01.2017-26.12.2018. (33 случая)

4.2.3 Исследования в различных географических регионах России, проведенные по схеме лишенных детализации, представленных большими выборками данных:

- 1) Анализ состояния природной среды при различных ежемесячных количествах вызовов врача при различных диагнозах в городе Владикавказ (Республики Северная Осетия - Алания Российской Федерации). 2001-2010 гг. (526192 вызовов)
- 2) 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).
- 3) Анализ состояния природной среды в Санкт-Петербурге при различной по-годовой статистике заболеваемости. 2015-2020 гг. (84908819 случаев)

Все исследования заняли временной промежуток, покрывший два цикла солнечной активности (Рис. 2):

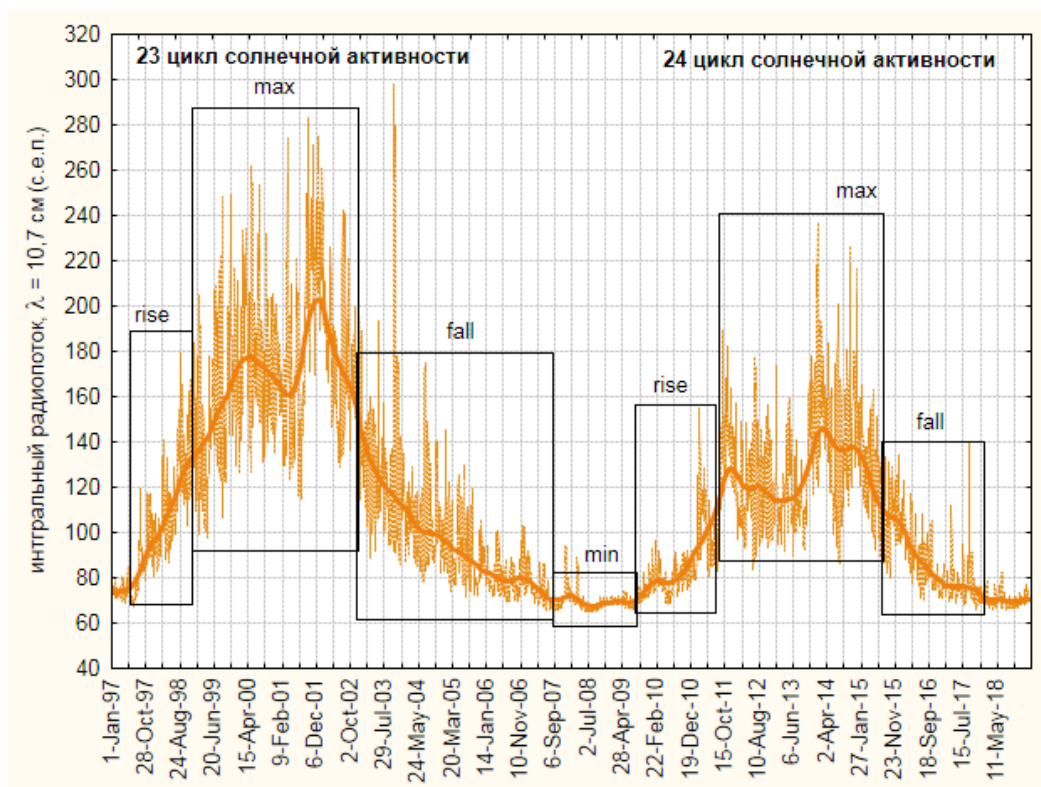


Рис.2 Временной интервал проведенных исследований в отношении к циклам солнечной активности. Указаны фазы циклов: ветви роста (rise), максимумы (max), ветви падения (fall), минимумы (min).

#### 4.3 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.3) 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 «Мах» (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  $(0,7 * \sigma_{x \text{ season}})$ , 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  $(0,1 * \sigma_{x \text{ season}})$  в (-3)-день весной 2008 г, такая изменчивость значима. На рисунке (Рис.3) 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.



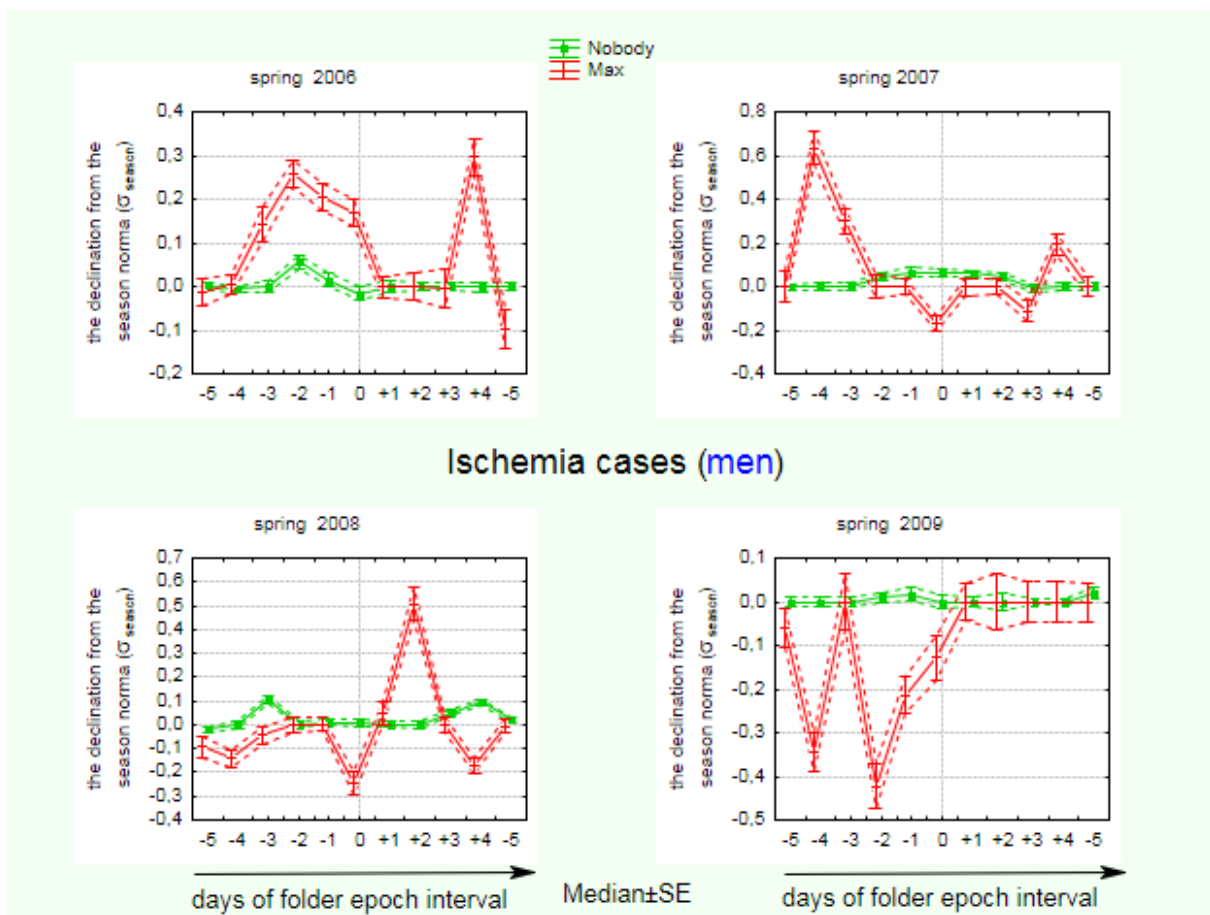


Рис 3. Поведение полных комплексов характеристик природной среды в интервале наложенных эпох  $\pm 5$  дней (ось абсцисс) относительно биометеорологического события (0-день). По оси ординат отложено отклонение Комплекса Погоды от его сезонной нормы – ноль по оси ординат соответствует сезонной норме Комплекса 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. 4), 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 квантили сезонного распределения летальных исходов при совпадении ситуации в обеих гендерных группах и в каждой из возрастных категорий; событие «погта» - все 6 источников сообщают о количестве летальных

исходов в рамках срединного 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

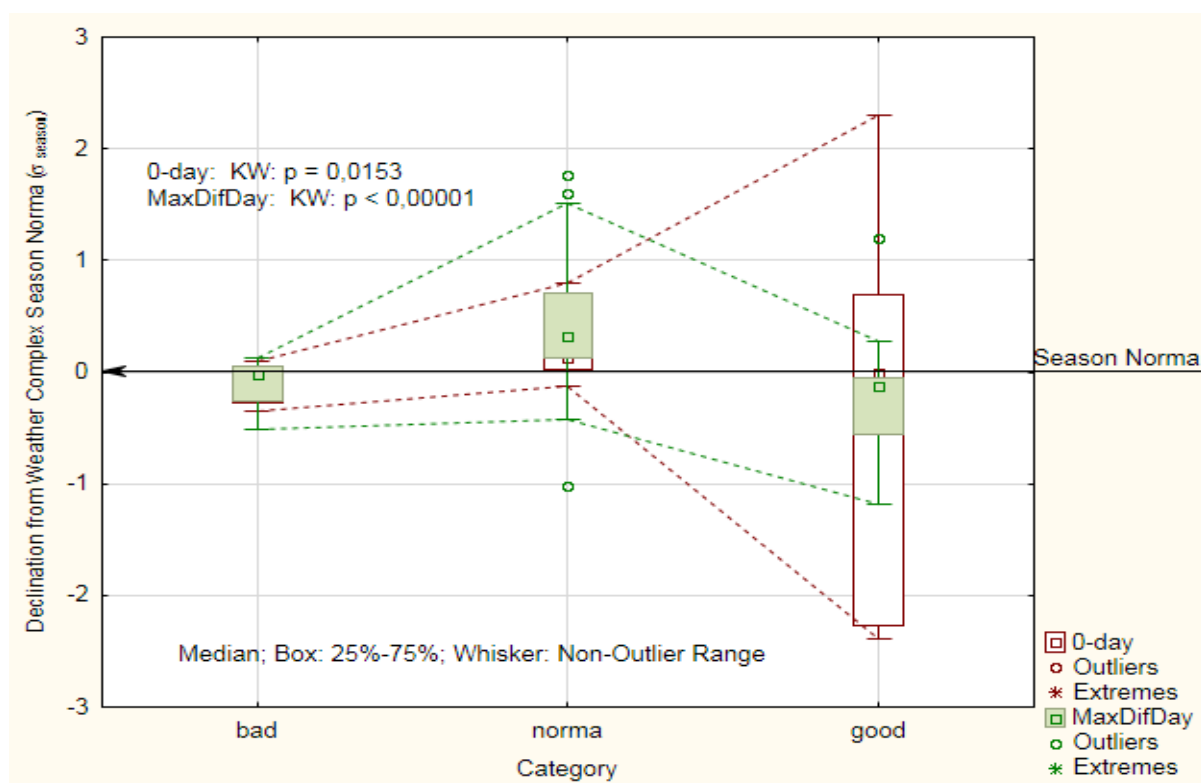


Рис. 4. Различие полных Комплексов Погоды точно в дни разных категорий биометеорологических событий – белый прямоугольник, в день максимального различия Погодных Комплексов – закрашенный прямоугольник. Прямоугольники ограничивают срединное отклонение (25% - 75 %) сезонного распределения стандартизованных на свою сезонную медиану элементов Комплексов Погоды, внутри прямоугольника указано положение медианы каждого Комплекса Погоды. Сезонная норма погоды показана стрелкой (Season Norms). 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.5), среди рабочих параметров земной погоды доля характеристик влажности доминировала над остальными параметрами.

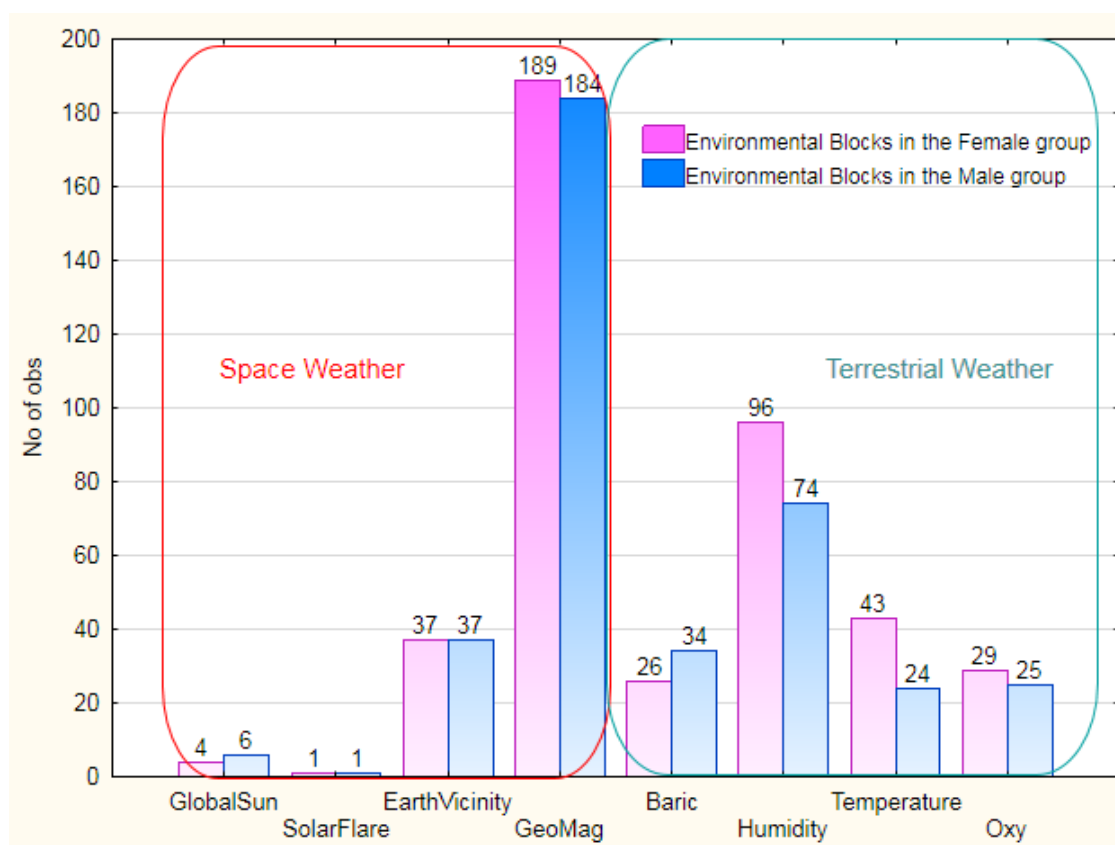


Рис. 5 Распределение рабочих параметров по внутренним условным блокам Комплексов Погоды. Условные блоки: блок характеристик глобальных вариаций солнечной активности

(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, то же указано над столбцами гистограммы.

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; (б) 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 (Рис. 6), Таблица 1) (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, а также суточных характеристик облачности в триаде 2008-2009-2010 гг. (реперный 2009 г.) в Мурманской и Архангельской областях. (Таблица 2).



Рис. 6. Географическое положение исследованных территорий.

Таблица 1. Географические координаты исследованных территорий.

регион	Широта (градусы с.ш.)	Долгота (градусы в.д.)
Мурманская область	69	30
Архангельская область	85	41
Ленинградская область	60	30
Московская область	56	37
Воронежская область	52	39
Ростовская область	47	40
Краснодарский край	45	39

Таблица 2. Список метеопараметров, среднегодовые величины которых выделяли 2009 г. (рост заболеваемости в РФ) и 2012 г. (падение заболеваемости в РФ) от соседних лет в 7 исследуемых регионах России.

Триады лет	Мурманск	Архангельск	Санкт-Петербург	Москва	Воронеж	Ростов-на-Дону	Краснодар
2008 2009 2010	Облачность (суточный минимум)	Облачность (суточные: минимум, среднее, медиана, коэфф. осцилляции вариации)					
	Отн. влажность (суточный максимум)		Отн. влажность (суточные: максимум, среднее, медиана)			Отн. влажность (суточный максимум)	
		Температура точки росы (суточные: дисперсия, коэфф. осцилляции вариации)					
		Температура воздуха (суточные: дисперсия, коэфф. осцилляции вариации)					
					Скор. ветра (суточные минимум, среднее, медиана, коэфф. осцилляции)		
2011 2012 2013	Отн. влажность (суточный максимум)	Отн. влажность (суточный максимум)	Отн. влажность (суточные максимум, среднее, медиана)				
			Температура воздуха (суточные: дисперсия, коэфф. осцилляции)			Температура точки росы (суточные: дисперсия, коэфф. осцилляции)	

Из таблицы видно:

1. В Москве и Краснодаре вообще все метеопараметры не различались в исследуемых триадах лет;
2. В Воронеже различия обнаружились только в первой триаде (2008-2009-2010), и только в характеристиках скорости ветра;
3. В северных регионах морского климата и переходного к умеренно морскому климату (Мурманск, Архангельск, Санкт-Петербург) существенно различались характеристики влажности:
  - а) В Мурманске и Санкт-Петербурге в обеих сравниваемых триадах (2008-2009-2010), (2011-2012-2013) достоверно различалась максимальная за сутки относительная влажность (в Петербурге так же достоверно различались среднесуточные характеристики влажности: среднее и медиана);
  - б) В Архангельске достоверно в первой триаде (2008-2009-2010) различны были суточные статистики точки росы, во второй триаде (2011-2012-2013) достоверно различалась максимальная за сутки относительная влажность.
4. В Ростове-на-Дону так же, как и в северных приморских районах различались характеристики влажности в обеих триадах лет.
5. В северных регионах высоких широт (Мурманск, Архангельск) достоверно различались характеристики облачности.

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 (Таблица 3).

Таблица 3. Обнаруженные рабочие параметры при исследовании в умеренно-континентальном климате г. Глазов. Биометеорологические параметры: средне-сезонное количество вызовов скорой помощи vs. максимальное за сезон количество вызовов. Сезонная норма рабочих параметров внешней среды определялась сезонной медианой каждого.

рабочий параметр	"Норма" вызовов	"Максимум" вызовов
Кол-во новых активных областей на Солнце за сутки	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Кол-во вспышек в диапазоне рентгена (1-9) *10 <sup>-3</sup> эрг / (см <sup>2</sup> *с) – балл С (1-9) *10 <sup>-2</sup> эрг / (см <sup>2</sup> *с) – балл М	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Среднее значение барической тенденции	>Сезонной Нормы	< Сезонной Нормы
Амплитуда давления, приведенное к уровню моря	>Сезонной Нормы	> Сезонной Нормы
Дисперсия давления на уровне станции	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Дисперсия давления, приведенное к уровню моря	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Стандартное отклонение давления на уровне станции	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Коэффициент осцилляции давления, приведенного к уровню моря	<Сезонной Нормы	> Сезонной Нормы
Коэффициент вариации давления на уровне станции	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Медиана скорости ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Максимальная скорость ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Амплитуда значений порыва ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Амплитуда скорости ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Дисперсия скорости ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Стандартное отклонение скорости ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Коэффициент вариации значений максимального порыва ветра	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Дисперсия температуры воздуха	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Стандартное отклонение температуры воздуха	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы
Коэффициент вариации температуры воздуха	=Сезонной Норме	> Сезонной Нормы

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.7) показывает, что в 2009 г. при низкой СА (минимум между 23-им и 24-ым циклами) наблюдались достоверно ( $p_{(KW)}$  указаны на рисунке) более высокие потоки  $\alpha$ -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 [Gleisner H., Thejll P. Patterns of tropospheric response to solar variability, *Geophys. Res. Lett.* – 2003. –V.30 (13). – 1711; Ward, William et al. Role of the Sun and the Middle atmosphere/thermosphere/ionosphere in Climate (ROSMIC): a retrospective and prospective view *Progress in Earth and Planetary Science*, 2021, Volume 8, Issue 1, article id.47; Werner K. Schmutz. Changes in the Total Solar Irradiance and climatic effects *J. Space Weather Space Clim.* 2021, 11, 40 doi:10.1051/swsc/202101; Veretenenko, Ogurtsov. M. G. 60-Year Cycle in the Earth's Climate and Dynamics of Correlation Links between Solar Activity and Circulation of the Lower Atmosphere, *New Data, Geomagnetism and Aeronomy*, 2020, Volume 59, Issue 7, p.908-917)].

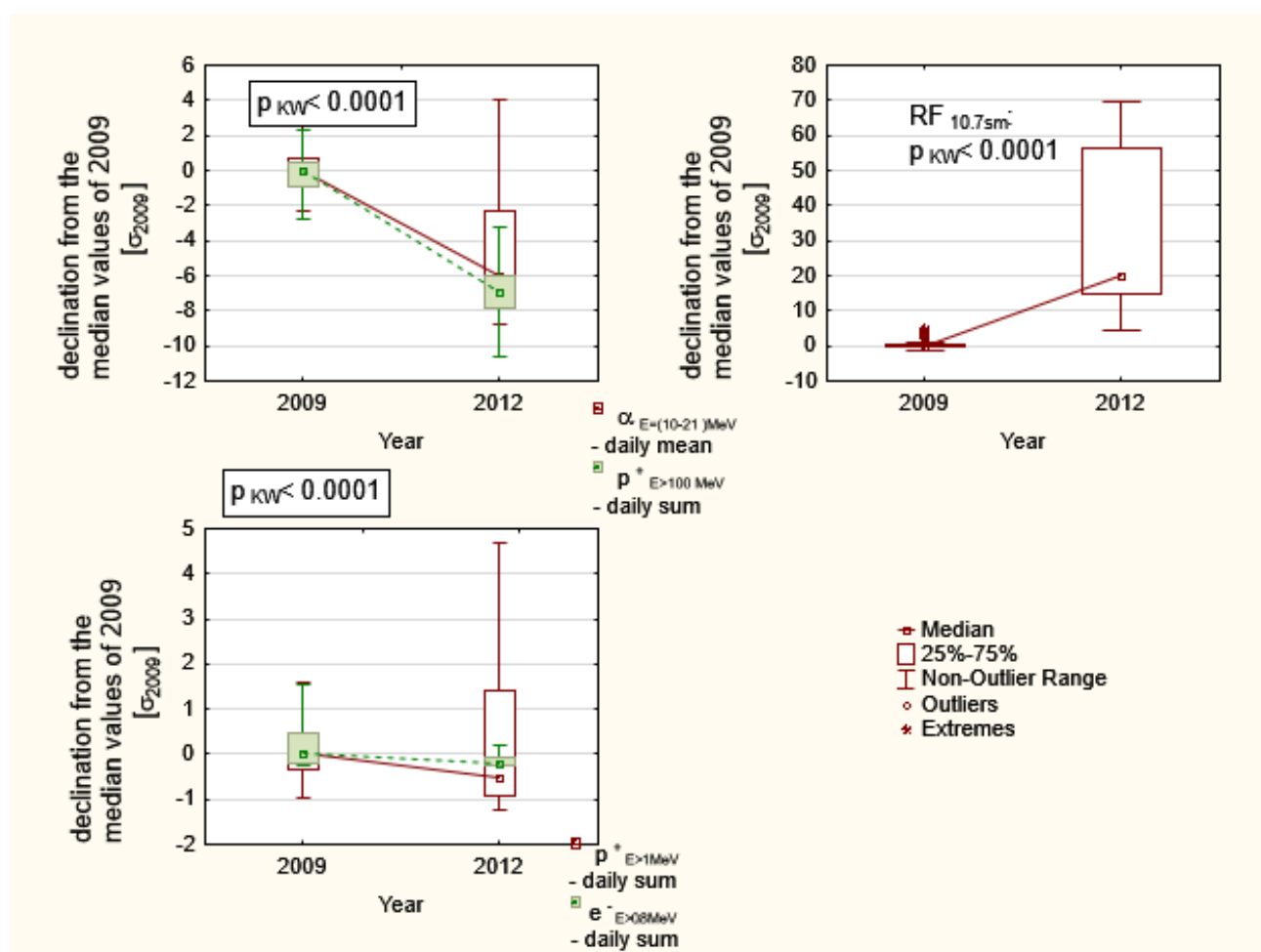


Рис. 7 Различие 2009 г. и 2012 г. по характеристикам КП. Величины стандартизованы на общее среднее. Слева направо: (1) средний за сутки поток  $\alpha$ -частиц с энергиями  $E$  (10-21) МэВ (белый прямоугольник) и суммарный за сутки поток протонов ( $E>100$ МэВ) (закрашенный прямоугольник); (2) интегральный 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, Outliners ( $> 1,5$  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.5), явно выражено доминирование доли характеристик ГМП среди обнаруженных в исследовании рабочих параметров. Такими характеристиками являлись: (а) в группе мужчин, в

фазе падения SA, независимо от сезона (1 зима, 1 весна, 1 лето) – суточная медиана y-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга, 2 лета, 1 зима – суточная медиана z-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга, в фазе, близкой к минимуму SA, независимо от сезона (1 зима, 1 весна, 1 лето) – суточный коэффициент осцилляции K-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 K-индекса на высоких земных широтах, 1 лето, 1 зима, 1 осень – суточная медиана K-индекса на высоких земных широтах, 2 осени, 1 зима – суточная медиана K-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 (Таблица 4).

Таблица 4. Гендерная особенность избирательной реакции на разные геомагнитные параметры

Гендерная группа	Фаза цикла солнечной активности	Календарный сезон	Геомагнитный параметр
Женщины	Ветвь падения	весна 2006 г, лето 2007 г, осень 2007 г.	полный вектор геомагнитного поля в околоземном пространстве (орбита GOES) – суточный максимум
		осень 2006 г, зима 2006-2007 гг, весна 2007 г, лето 2007 г.	K-индексы на высоких земных широтах – суточный максимум
		осень 2006 г, зима 2006-2007 гг, лето 2007 г.	K-индексы на высоких земных широтах – суточная медиана
		осень 2006 г, зима 2006-2007 гг, осень 2007 г.	K-индексы на умеренных земных широтах – суточная медиана
Мужчины	Ветвь падения	зима 2005-2006 гг, зима 2006-2007 гг, зима 2008-2009 гг, весна 2007 г, лето 2007 г.	y-компонента геомагнитного поля на широте Санкт-Петербурга – суточное среднее (мат.ожидание, медиана)
		зима 2005-2006 гг, зима 2007-2008 гг, лето 2006 г, лето 2007 г.	z-компонента геомагнитного поля на широте Санкт-Петербурга – суточное среднее (мат.ожидание, медиана)
	Близко к минимуму	весна 2008 г, осень 2008 г, лето 2009 г.	K-индексы на умеренных земных широтах – суточный коэффициент вариации

На основании информации, помещенной в эту таблицу, можно предположить следующие выводы:

1. Реакция женщин - на вариации геомагнитных параметров крупного масштаба;
2. Реакция мужчин - на вариации локальных геомагнитных параметров;
3. В случае реакции мужчин на крупномасштабные геомагнитные вариации регистрируется суточная статистика разброса, а не точечная;
4. Близко к минимуму солнечной активности у женщин вообще не отмечается реакции на геомагнитные вариации

Следует отметить, что «рабочими параметрами» геомагнитного блока в группе мужчин являются у- и z-компоненты локального геомагнитного поля. Такой же эффект отмечен и в другой работе – анализе состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных (Рис. 8, 9). Из рисунков видно, что при максимальном количестве кардиособытий и максимальное за сутки значение, и дисперсия этой компоненты не превышают своей сезонной медианы, а возмущение z-компоненты локального геомагнитного поля (на широте Санкт-Петербурга) в день отсутствия кардиособытий – наивысшее из отмеченных. Такие же выводы можно сделать и из поведения у-компоненты (суточной медианы и суточного минимума) при сравнении биометеорологических событий «нормальное количество кардиособытий для данного сезона» vs. «отсутствие кардиособытий» (Рис. 8).

Исходя из вышесказанного, «рабочие параметры» у- и z-компоненты локального магнитного поля заслуживают дальнейшего изучения в силу их выявления в качестве таковых параметров в разных независимых работах.

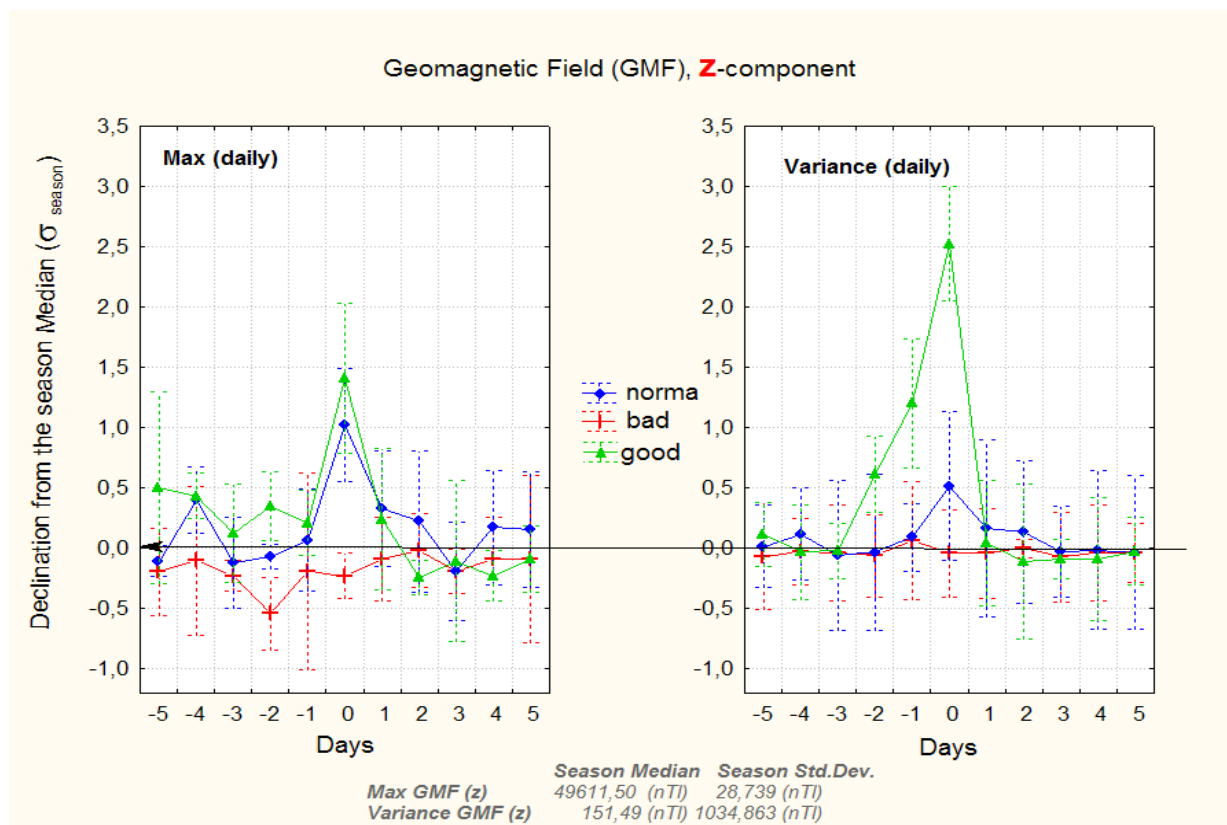


Рис. 8 Поведение суточных характеристик (максимума и дисперсии) z-компоненты локального геомагнитного поля (на широте Санкт-Петербурга) на линии дней интервала наложенных эпох (ось абсцисс). По оси ординат отложено отклонение данного параметра от его сезонной медианы (нулевой уровень) в единицах его же сезонного среднеквадратичного отклонения. Указаны сезонные статистики величин (медиана – Season Median и стандартное отклонение – Season Std. Dev): суточного максимума напряженности этой компоненты геомагнитного поля (Max GMF<sub>(z)</sub>) и суточной дисперсии этой величины (Variance GMF<sub>(z)</sub>). Исследование состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных. Событие «bad» – все 6 источников сообщают о максимальном количестве или о количестве в рамках верхней квартили 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.

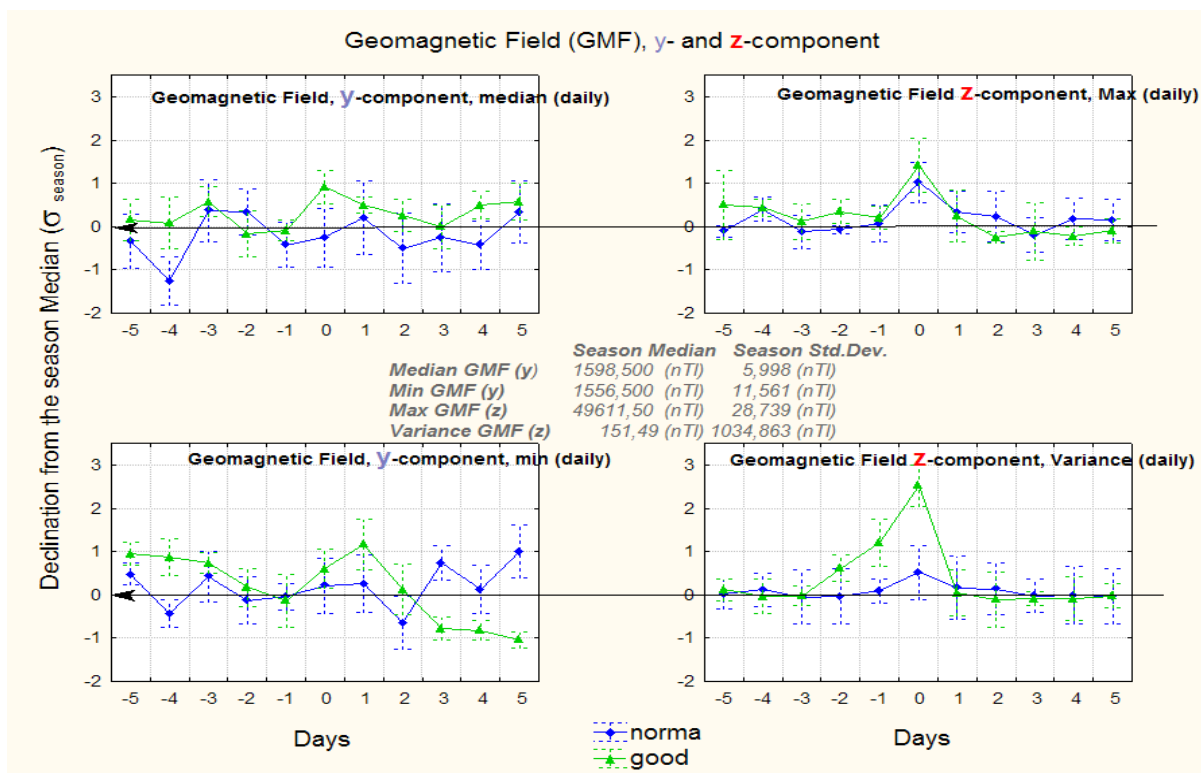


Рис. 9 Поведение суточных характеристик z-компоненты (максимума и дисперсии) и y-компоненты (медианы и минимума) локального геомагнитного поля (на широте Санкт-Петербурга) на линии дней интервала наложенных эпох (ось абсцисс). По оси ординат отложено отклонение данных параметров от их сезонной медианы (нулевой уровень) в единицах их же сезонного среднеквадратичного отклонения. Указаны сезонные статистики величин (медиана – Season Median и стандартное отклонение – Season Std. Dev): суточного максимума напряженности z-компоненты геомагнитного поля (Max GMF<sub>(z)</sub>) и суточной дисперсии этой величины (Variance GMF<sub>(z)</sub>), суточной медианы y-компоненты – Median GMF<sub>(y)</sub> и суточного минимума – Min GMF<sub>(y)</sub> этой величины. Исследование состояния природной среды при разной ежедневной статистике кардиологических событий в Санкт-Петербурге летом 2002 г. по 6 источникам медицинских данных. Событие «погта» – все 6 источников сообщают о количестве летальных исходов в рамках срединного 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.

При исследованиях в высокогорных районах (Владикавказ, горная область биосферного заповедника Туапсе) доминировала доля характеристик околоземного пространства – потоков частиц разных энергий в солнечном ветре (Таблица 5). Этот вывод не кажется удивительным, так как способность проникать энергичных частиц в верхнюю тропосферу известна геофизикам давно [Р. Уиттен, И. Поппов, 1968; Г.С. Иванов-Холодный, Г.М. Никольский, 1969].

Таблица 5. Выявленные «рабочие параметры» в высокогорных районах проведенных исследований.

<b>«рабочий параметр»</b>	<b>комментарий</b>
Рентгеновские вспышки на Солнце минимального балла (балл С: $(1-9) \cdot 10^{-3}$ эрг / (см <sup>2</sup> * 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	Способны проникать в верхнюю ионосферу
Максимальное, медианное суточное значение, суточный разброс плотности протонов в солнечном ветре	Способны проникать в верхнюю ионосферу
Максимальное суточное значение плотности потока солнечного ветра для всех частиц с энергией 30 МэВ	Способны проникать в верхнюю ионосферу
Медианное суточное значение скорости потока всех частиц в солнечном ветре	Способны проникать в верхнюю ионосферу

В силу положения Санкт-Петербурга на уровне моря, этот условный блок элементов Комплексов Погоды не проявился так явно в качестве блока рабочих параметров (Рис. 3), как при проведении высокогорных исследований.

**Выводы из главы 4:**

1. Результаты анализов состояния природной среды при различных биометеорологических событиях позволяют выявить характерные особенности этого состояния – изменение в течение длительного времени перед биометеорологическим событием, дни максимального различия указанного состояния перед различающимися биометеорологическими событиями.
2. Является возможным вычленить из всего комплекса природных характеристик наиболее значимые для конкретных биометеорологических событий параметры внешней среды.
3. Список таких параметров определяется географическим положением территории, на которой проводится исследование.
4. Географические характеристики местности сказываются на составе элементов Комплексов Погоды, способных создать условия для реализации различных биометеорологических событий.
5. В высокогорных районах более вероятно воздействие факторов космической погоды на живой организм.
6. Факторы земной погоды, способные воздействовать на живой организм, связаны с климатическими характеристиками местности.
7. Факторы космической погоды в разном количестве (больше – в высокогорье, меньше – на равнине) все же выявляются на всех территориях, независимо от их географических особенностей.



## Заключение

В работе представлены и расписаны поэтапно методики оценки биометеорологических факторов. Методики разработаны с учетом возможных ошибок, риск возникновения которых высок при исследовании воздействия одной многопараметрической системы (комплекса характеристик природной среды) на другую многопараметрическую систему (живой организм). Обсуждены достоинства и недостатки разных по характеру входных данных. Разработано две методики применительно к качеству входных биометеорологических данных: (1) методика обработки подробных данных, содержащих детальную информацию об условиях их получения и (2) методика обработки не детализированных данных больших выборок.

**Методика обработки подробных данных, содержащих детальную информацию, состоит из следующих этапов:**

1. Разбиение входной информации, представленной рядами биометеорологических данных, привязанных к конкретной дате наблюдения, на группы, относящиеся к определенному сезону конкретного года при учете конкретной фазы цикла солнечной активности.

2. Анализ рядов входной биометеорологической информации на предмет выявления в них событий, являющихся реализацией различных между собой биометеорологических явлений. Указанные явления устанавливаются в каждом конкретном исследовании в зависимости от поставленной задачи. Такими явлениями, подлежащими анализу, могут быть: (1) нормальное vs. аномальное для данного календарного сезона и данной фазы цикла солнечной активности количество определенных клинических исходов в медицинской практике, (2) нормальное vs. аномальное значение показателей состояния внутренних систем организма человека для данного календарного сезона и фазы солнечной активности в группе людей определенного пола, возраста и диагноза при наличии болезни, (3) критически опасное vs. здоровое состояние живого организма, определенное в данном сезоне и данной фазе солнечной активности и т.п. Установление биометеорологических событий.

3. Сбор характеристик природной среды для заданного рядами биометеорологических данных временного промежутка наблюдения. Ряды природных характеристик должны покрывать полностью все даты заданных сезонов, даже в дни отсутствия биометеорологических наблюдений. Состав выборок природных характеристик должен, по возможности, представлять наиболее полно природную среду, окружающую живой объект. Предложена рабочая схема

представления природной среды – характеристики проявлений солнечной активности (глобальные вариации и вспышечная компонента), характеристики состояния околоземного пространства (корпускулярные потоки и фоновое рентгеновское излучение), характеристики геомагнитного поля (измеренные в околоземном пространстве, измеренные на поверхности Земли – крупномасштабные (широтные) и локальные (в ближней зоне к изучаемому живому объекту) характеристики, характеристики электрического поля атмосферы, характеристики циркуляционных процессов в атмосфере, характеристики влажности, характеристики температуры воздуха, характеристики состава воздуха.

4. Анализ природных характеристик на предмет установления для каждой из них сезонной нормы, определяемой медианой и стандартным отклонением ее значений, вычисленных по выборке величиной в конкретный сезон конкретного года.

5. Стандартизация каждой из природных характеристик на ее сезонную норму.

6. Отбор природных характеристик, в их стандартизованных значениях, к каждому из определенных на этапе анализа биометеорологических данных исследуемому биометеорологическому событию. Формирование «Комплексов Погоды», соответствующих конкретным биометеорологическим событиям.

7. Сравнение «Комплексов Погоды» при их соответствии различающимся биометеорологическим событиям:

- a. Определение различия «Комплексов Погоды» в каждый из дней интервала наложенных эпох величиной в 11 дней с реперным днем реализации конкретного из исследуемых биометеорологических событий. Для определения указанного различия используется математический аппарат, разработанный для данной работы, включающий в себя элементы кластерного, дисперсионного анализов и непараметрические критерии проверки гипотез.
- b. Установление дня максимального различия «Комплексов Погоды» на линии дней интервала наложенных эпох +/- 5 дней от реперного дня биометеорологического события. Определение этого дня служит пониманию положения каждого из биометеорологических событий на линии смены погоды.
- c. Установление дня максимального различия «Комплексов Погоды» на линии дней половинного интервала наложенных эпох от (-5)-дня, начала наблюдений, до реперного дня биометеорологического события. Определение этого дня служит прогностическим целям.

- d. Изучение поведения, относительно уровня сезонной нормы, «Комплексов Погоды», соответствующих конкретным биометеорологическим событиям, на линии дней интервала наложенных эпох.

8. Фильтрация элементов «Комплексов Погоды» – характеристик природной среды – по их состоянию в дни максимального различия на всем интервале наложенных эпох и половинном интервале:

- a. Характеристики, достоверность различия которых не подтверждается (проверяется нулевая гипотеза о сходстве распределений значений указанных элементов, полученных при многократных наблюдениях; применяются критерии проверки гипотез Манна-Уитни и Крускала-Уоллиса) исключаются из дальнейшего анализа в конкретном исследовании.
- b. Характеристики, достоверно различающиеся в указанные дни, оставляются для дальнейшего исследования в статусе «рабочих параметров».

9. Исследование на линии интервала наложенных эпох поведения «рабочих параметров» при соответствии их различающимся биометеорологическим событиям:

- a. Сравнение указанного поведения каждого из «рабочих параметров» при различных биометеорологических событиях.
- b. Определение дня начала характерного изменения в поведении каждого из «рабочих параметров» перед конкретным биометеорологическим событием. Установление такого дня служит прогностическим целям.

Анализ биометеорологических факторов, проведенный предложенным методом, позволяет:

- a) Определить природные факторы, ответственные за формирование условий реализации конкретных биометеорологических событий.
- b) Установить вертикальную линию указанных выше условий: фаза цикла солнечной активности – календарный сезон– конкретная группа людей или других живых объектов – конкретный набор факторов внешней среды с конкретным поведением на промежутке в несколько дней, результатом является определенное биометеорологическое событие.
- c) При повторении выявленных эффектов в одноименные сезоны, фазы цикла солнечной активности или при сочетании таковых устанавливается возможным установить наиболее вероятные природные факторы, ответственные за формирование условий реализации конкретных биометеорологических событий.

Перспективой дальнейших исследований представляется построение механизма краткосрочного прогноза состояния природной среды для медико-биологических целей, поскольку, имея достоверно установленный набор «рабочих параметров», можно уже применить знания об их физической связи так же, как и знания о предикторах конкретных изменений указанных факторов.

Применение описанной методики в различных исследованиях показало ее состоятельность и перспективность для указанных выше целей.

**Методика обработки не детализированных данных больших выборок состоит из следующих этапов:**

1. Построение поведения временных рядов биометеорологических данных на возможных (при их дискретизации) интервалах времени.
2. Определение особых точек на кривых указанного выше поведения. Установление биометеорологических событий в найденных точках.
3. Сбор характеристик природной среды для временного промежутка наблюдения, заданного рядами биометеорологических данных. Как и в описанном выше методе, состав выборок природных характеристик должен, по возможности, представлять наиболее полно природную среду, окружающую живой объект.
4. Каждая из характеристик исследуется отдельно по поведению ее величин, усредненных по интервалу дискретизации входных биометеорологических данных.
5. Проводится сравнение состояния каждой из природных характеристик при соответствии различающимся биометеорологическим событиям.
6. Выявляются «рабочие параметры» по степени различия природных характеристик при их соответствии различающимся биометеорологическим событиям.

Анализ биометеорологических факторов, проведенный предложенным методом, позволяет:

- a) Установить положение выявленных биометеорологических событий в определенной фазе цикла солнечной активности, что позволяет сделать предположения о значимости определенного вида погоды – космической или земной.
- b) Определить наиболее значимые природные характеристики, возможно, ответственные за формирование условий реализации биометеорологических событий.

- с) Установить вертикальную линию выявленных условий: фаза цикла солнечной активности – конкретный набор факторов внешней среды, результатом является определенное биометеорологическое событие.

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 описанной выше методике, достоверно установленный набор «рабочих параметров» позволяет применить знания об их физической связи и знания о предикторах конкретных изменений указанных факторов.

Применение описанной методики в различных исследованиях также показало ее состоятельность и перспективность для указанных выше целей.

В процессе разработки указанных методик было разработано несколько вспомогательных методик, являющихся необходимой частью процедуры, а именно:

1. Методика предобработки гелиогеофизических и метеорологических факторов, позволяющая создать единую базу характеристик окружающей среды в унифицированных единицах измерения. Преимущество такой формы представления данных в возможности работы с целостным комплексом природной среды для которого введено понятие «Комплекса Погоды». Предложен способ нахождения расстояния между кластерами Комплексов Погоды, сформированными стандартизованными на сезонную медиану характеристиками природной среды. Предложено три метода определения порога достоверности различия Комплексов Погоды при их соответствии различающимся событиям, комплекс реализации которых подлежит исследованию. Доказана необходимость проведения исследования в однородных типических группах.
2. Методика предобработки входных биометеорологических данных для возможности выделения конкретных биометеорологических событий, условия реализации которых подлежат исследованию. Обусловлены различные подходы к определениям изменений в живом организме и изменений во внешней среде. Введено понятие «биометеорологического события», механизм категоризации биометеорологических событий – разбиение на категории «нормы» и «аномалии».
3. Методика получения конкретной информации для построения специализированного прогноза погоды – определение списка предикторов, характера их поведения, инициаторов возмущения во внешней среде, приведшего к конкретному финальному явлению в биосфере.

4. Методика фильтрации элементов Комплексов Погоды и отбора из них наиболее значимых для определенных биометеорологических событий. Введено понятие «рабочих параметров».

В работе описаны результаты различных исследований, суммарный временной промежуток проведения которых покрывал два цикла солнечной активности:

4. 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.
5. 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:**

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», Санкт-Петербург, 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.M, Stupishin A.G.* The complex analysis of human blood characteristics and environmental variations/ Сборник научных трудов международной конференции «Погода и биосистемы», Санкт-Петербург, 11-14 октября 2006г, стр. 28
8. *Василевская С.Е, Ступишина О.М, Карелин А.О, Головина Е.Г,* Влияние солнечной активности (RF 10,7 см) на результативность экстракорпорального оплодотворения. Сборник научных трудов международной конференции «Погода и биосистемы», Санкт-Петербург, 11-14 октября 2006г, стр 32
9. *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,

10. 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,
11. 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,
12. 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.
13. 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
14. 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.
15. 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
16. 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
17. 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.
18. 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.
19. 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.



20. *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).
21. *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)
22. *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)
23. *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
24. *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)
25. *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 Atmosphere 2021-12-21 | Journal article, DOI: [10.3390/atmos13010008](https://doi.org/10.3390/atmos13010008)
26. *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 литературы

1. *Бенькова Н.П.* Солнечная активность, возмущение электромагнитного поля Земли и возможность их влияния на организм человека. // в кн.: *Климат и сердечно-сосудистая патология.* /М., «Медицина», 1965, с. 246
2. *Т.А.Бреус,* Земля и Вселенная, 2009, № 3, с. 53-61
3. *Гневыхев, Оль. М* Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. //ред. Наука, 1971
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. *Е.Г.Головина, В.И Русанов* Методика расчета биометеорологических параметров (индексов), Санкт-Петербург, изд. РГГМУ, 2007

6. *Владимирский Б. М. и Темурьянц Н. А.* 2000 Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу (Москва: ИИУПУ), 374 стр.
7. Влияние солнечной активности, климата, погоды на здоровье человека и вопросы метеопрофилактики. //тез. докл. / Казань, 1988
8. *Григоров И.И., Парамонов И.Г.* Методические указания по медицинской классификации погод и комплексной профилактике метеотропных реакций. / Сочи, 1971, 9с.
9. Живые системы и гелиогеофизические факторы: Солнце, электричество, жизнь. // сборник статей. / М., Наука, 1976
10. *Красногородская Н.В.*, ред. Электромагнитные поля в биосфере. / М., Наука, 1984
11. *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
12. *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
13. *Зенченко Т.А.*, 2013, «Биотропное воздействие космической погоды», по материалам российско-украинского мониторинга, «Гелиомед» 2003 - 2010
14. *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
15. Материалы 3-го Всесоюзного симпозиума «влияние магнитных полей на биологические объекты». / Калининград, 1975
16. *Музалевская Н.И.* О биологической активности возмущенного геомагнитного поля. // в кн.: Адаптация организма при физических воздействиях. / НИИ экспериментальной. и клинической. медицины., Вильнюс, 1969, с. 272
17. *Музалевская Н.И.* О биологической активности возмущенного геомагнитного поля. // в кн.: Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. / М., «Наука», 1971, с. 119
18. *Овчарова В.Ф, Бутьева И.В.* Методика прогнозирования метеопатических реакций, обусловленных термическим дискомфортом и метеопатическими эффектами атмосферы. / М., 1982, 29 с.

19. *Овчарова В.Ф.* Медицинская интерпретация синоптических, метеорологических прогнозов. // Влияние геофизических и метеорологических факторов на жизнедеятельность организма. / Новосибирск
20. *Платонова А.Г.* Замечания к понятию «нормальных значений», применяемых в климатической практике. // исследование по геопотенциалу, аэрномии и физике Солнца. / М., Наука, 1971, вып. 17, с.10
21. *Подшибякин А.К.* Гелиогеомагнитные причины колебания некоторых медико-биологических тестов «Второе научное совещание по проблемам мед. географии». / Л. 1965, вып. 1
22. Проблемы космической биологии, Т.18, Тематический выпуск «Влияние некоторых космических и геофизических факторов на биосферу Земли». 1973
23. Проблемы космической биологии, Т.20, Тематический выпуск «Математическое моделирование биологических систем».1974
24. Проблемы космической биологии, Т.26, Тематический выпуск «Статистический анализ сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях».1975
25. Проблемы космической биологии Т.37, Тематический выпуск «Магнитное поле и жизнедеятельность организмов». 1978
26. Проблемы космической биологии Т.40, Тематический выпуск «Биологическое действие электромагнитного излучения микроволновых длин волн», 1980.
27. Проблемы космической биологии Т.43, Тематический выпуск «Влияние солнечной активности на биосферу»,., 1982
28. Проблемы космической биологии Т.53, Тематический выпуск под редакцией Моисеевой Н.И., Любичко Р.Е. «Воздействие гелиогеофизических факторов на биосферу», 1986
29. Проблемы космической биологии Т.55, Тематический выпуск «Системные методы в космической биологии и медицине», 1988
30. Проблемы космической биологии Т.65, Тематический выпуск «Биофизические и климатические аспекты гелиобиологии». 1989
31. Сапожников Л.К., Манойлов В.Е. Кибернетические аспекты влияния вариаций метеорологических факторов и геомагнитного поля на динамику роста заболеваний. // в кн.: Материалы II республиканская конференция. по применению мат. методов и выч. техники в здравоохранении и медицинской науке. / Тбилиси, 1974, с.215
32. *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.

33. *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
34. *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.
35. *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.
36. *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.
37. *Дж Ту, Гонсалес Р.* Принципы распознавания образов, Москва, Мир, 1978
38. *Усманов Р.Ф.* гелиогеофизические факторы и современные возможности учета их в лечебной практике. // в кн.: Солнце, электричество, жизнь. / М., из-во МГУ, 1972, с.17
39. *Холодов Ю.А.* Мозг в электромагнитных полях. / М., 1982, 120с.
40. *Чижевский А.Л.* Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца. / М., изд. ВОВГ, 1930
41. *Чижевский А.Л., Шишина Ю.Г.* В ритме Солнца. / М., Наука, 1969
42. *Чубинский С.М.* Лучи Солнца и их воздействие на организм человека. / М.,1959
43. *Эйгенсон М.С.* Солнце, погода и климат. / Л., ГМИ, 1963
44. *Эйгенсон М.С.* Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. / Львов, изд. ЛГУ, 1957
45. *Abalyaev A Yu, Grunskaya L. V. and Leshchev I. A.* Research and forecasting of the influence of the Earth's electromagnetic field on the accident rate on public roads *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012033 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/853/1/012033
46. *N. Belisheva* The Effect of Space Weather on Human Body at the Spitsbergen Archipelago, IntechOpen, 2019, doi: [doi:10.5772/intechopen.85021](https://doi.org/10.5772/intechopen.85021)
47. *Belisheva NK, Martynova AA, Pryanichnikov SV, Solov'evskaya NL, Zavadskaya TS, Megorsky VV.* Connection of the Parameters of the Interplanetary Magnetic Field and the Solar Wind in the Polar

- Cusp Region with the Psychophysiological State of the Inhabitants of Arch. Spitsbergen. Herald of the KSC RAS; 2018; 4:5-24. doi: 10.25702/KSC.2307-5228.2018.10.4.5-24
48. *Belisheva NK, Vinogradov AN, Vashenyuk EV, Tsymbalyuk NI, Chernous SA.* Biomedical research on Svalbard as an effective approach to studying the bioefficiency of space weather. Herald of the KSC RAS. 2010; 1:26-33
49. *Cifra M, Apollonio F, Liberti M and Mir L M* Possible molecular and cellular mechanisms at the basis of atmospheric electromagnetic field bioeffects International Journal of Biometeorology 2021**65** 59– 67.
50. *Chernous S, Vinogradov A, Vlassova E.* Geophysical hazard for human health in the circumpolar auroral belt: Evidence of a relationship between heart rate variation and electromagnetic disturbances. Natural Hazards. 2001; 23:121-135
51. *Cowley SWH.* Magnetosphere-ionosphere interactions': A tutorial review. In: Ohtani S-I, Fujii R, Hesse M, Lysak RL. editors. Magnetospheric Current Systems. Geophysical Monograph Series. Vol. 118. Washington, DC: American Geophysical Union. 2000. pp. 91-108 doi:10.1029/GM118p0091
52. *Lisa M. E. Dohmen, Mark Spigt, Hasse Melbye* The effect of atmospheric pressure on oxygen saturation and dyspnea: The Tromsø study International Journal of Biometeorology (2020) 64:1103–1110 doi: 10.1007/s00484-020-01883-3
53. *Ferrari F, Szuszkiewicz E.* Cosmic rays: a review for astrobiologists. Astrobiology. 2009 May;9(4):413-36. doi: 10.1089/ast.2007.0205. PMID: 19519216
54. *Fletcher R. H, Fletcher S. W, Wagner E. H,* Clinical Epidemiology. The essentials. Williams &Wilkins, 1996
55. *Gleisner H., Thejll P.* Patterns of tropospheric response to solar variability Geophys. Res. Lett. – 2003. –V.30 (13). – 1711. – doi: 10.1029/2003GL017129
56. *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.
57. *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.
58. *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.
59. *Haigh J.D.* The impact of solar variability on climate *Science.* –1996. – Vol.272. – P.981–984. – doi:10.1126/science.272.5264.981

60. *Haigh J.* Solar variability and climate / In: *Space weather: Research towards applications in Europe* (Ed. Lilensten J.). Dordrecht, the Netherlands: Springer, 2007. – P.65–81
61. *Khabarova O.V., Dimitrova S.* Some proves of integrated influence of geomagnetic activity and weather changes on human health, *Fundamental Space Research, Proc. of International Conference, Sunny Beach, Bulgaria, 21-28 Sep 2008*; ISBN 978-954-322-316-9, pp 306-309
62. *Khazanov, George V.* Why Atmospheric Backscatter Is Important in the Formation of Electron Precipitation in the Diffuse Aurora *Journal of Geophysical Research: Space Physics* 2021, Volume 126, Issue 5, article id. e29211, doi: 10.1029/2021JA029211
63. *A I, Kodochigova S N Samsonov and M A Polidanov* Psychological characteristics of the Heliomed 2 project volunteers and geomagnetic disturbance at high latitudes *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/853/1/012027
64. *K. Kourtidis et all.* The influence of circulation weather types on the exposure of the biosphere to atmospheric electric fields *China International Journal of Biometeorology* (2021), 65, pp. 93-105, doi: 10.1007/s00484-020-01923-y
65. *Kundururi, B. S. R. ;Baker, J. B. H. ;Ruohoniemi, J. M. ;Coster, A. J. ;Vines, S. K. ;Anderson, B. J. ;Shepherd, S. G.* An Examination of Magnetosphere-Ionosphere Influences During a SAPS Event, *Geophysical Research Letters*, 2021, Volume 48, Issue 19, article id. e95751, doi: 10.1029/2021GL095751
66. *Longjiang Cui, Xiya Geng, Tao Ding, Jing Tang, Jixiang Xu, Jinxia Zhai* Impact of ambient temperature on hospital admissions for cardiovascular disease in Hefei City, China *International Journal of Biometeorology* (2019) 63:723–734 doi:10.1007/s00484-019-01687-0
67. *Missenard A. L'* Homme at le climat. – Paris, 1937, p. 186
68. *Teresa Makowiec-Dąbrowska et all.* Climate conditions and work-related fatigue among professional drivers *International Journal of Biometeorology* (2019), 63, 121-128, doi: 10.1007/s00484-018-1643-y
69. *Olli S. Miettinen MD MPH MSc PhD MD-PhD(hc) D(hc) FAHA FACE FIEA and Kenneth M. Flegel MD MSc FRCP(C) FACP* Elementary concepts of medicine: III. Illness: somatic anomaly with . . . *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 2003 9, 3, 315–317
70. *E N Minina, Yu V Bobrik and V A Ponomarev* The change of the skin electroconductivity and cardiointervalography indicators under the influence of different physical factors *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing doi 10.1088/1755-1315/853/1/012031
71. *Nitta et all.* Understanding the Origins of Problem Geomagnetic Storms Associated with "Stealth" Coronal Mass Ejections *Space Science Reviews*, 2021, Volume 217, Issue 8, article id.82 doi: 10.1007/s11214-021-00857-0

72. *Angela Megumi Ochiai et all.* Atmospheric conditions, lunar phases, and childbirth: a multivariate analysis *International Journal of Biometeorology*, 56, pp. 661-667, 2012 doi: 10.1007/s00484-011-0465-y
73. *Vassili Plyaskin* Simulation Of Particle Fluxed in the Earth's vicinity *International Journal of Modern Physics A*, Vol. 17, No. 12n13, pp. 1733-1741 (2002) Recent Developments on Atmospheric Neutrinos <https://doi.org/10.1142/S0217751X02011230>
74. *Soumi Ray et all.* Using statistical anomaly detection models to find clinical decision support malfunctions *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(7), 2018, 862–871doi: 10.1093/jamia/ocy041
75. *S Samsonov and S Parshina* Space weather in the 11-year solar cycle and cardio-sensitivity of volunteers in the middle latitudes *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing doi 10.1088/1755-1315/853/1/012025
76. *Sasonko M. L, Ozheredov V A and et all.* Combined influence of the local atmosphere conditions and space weather on three parameters of 24-h electrocardiogram monitoring, 2018 *International Journal of Biometeorology* **63** 93– 105. doi: 10.1007/s00484-018-1639-7
77. *Stephan Unger*, The Impact of Space Weather on Human Health, *BIOMEDICAL Journal of Scientific & Technical Research*, 2019, Volume 22, 1, pp 16442-16443
78. *Stoupel EG, Petrauskiene J, Kalediene R, Sauliune S, Abramson E, Shochat T.* Space weather and human deaths distribution: 25 years' observation (Lithuania, 1989-2013). *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2015 Sep;26(5):433-41. doi: 10.1515/jbcpp-2014-0125. PMID: 26068901
79. *Eliyahu Stoupel* Considering space weather forces interaction on human health: the equilibrium paradigm in clinical cosmobiology is it equal? , [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25418971/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25418971/), 2015, doi [10.1515/jbcpp-2014-0059](https://doi.org/10.1515/jbcpp-2014-0059)
80. *Stoupel E, Radishauskas R, Bernotiene G, Tamoshiunas A, Virvichiute D.* Blood troponin levels in acute cardiac events depends on space weather activity components (a correlative study). *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2018 Jun 27;29(3):257-263. doi: 10.1515/jbcpp-2017-0148. PMID: 29397386
81. *Stupishina O M, and Golovina E G* 2016 Proc. V Int. Conf. Atmosphere, Ionosphere, Safety ed Karpov I V, Borchevkina O P 1 (Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press) p 263– 8
82. *Stupishina O M and Golovina E G* 2018 Proc. VI Int. Conf. Atmosphere, Ionosphere, Safetyed Karpov I V and Borchevkina O P 2 (Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University Press) p 218– 35
83. *O.M Stupishina et all.* The relation of the human cardiac-events to the environmental complex variations *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (2021) 012027 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/853/1/012029

84. *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.
85. *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)
86. *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)
87. *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)
88. *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
89. *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)
90. *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 Atmosphere 2021-12-21 | Journal article, DOI: [10.3390/atmos13010008](https://doi.org/10.3390/atmos13010008)
91. *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
92. Principles of Research Methodology A Guide for Clinical Investigators Editors Phyllis G. Supino • Jeffrey S. Borer, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2012, pp 45-46
93. *Tchijevsky A.L.* La radiation cosigue comme facteur biologique. Resultats des recherches experimentales de l’influence de la radiation cosmique, solaire et astrale sur les cellules et les tissus. Bulletin del’ Association internationale biocomigue , 13, Toulon, 1929.
94. *Tchijevsky A.L.* L’application possible de quelques radiations cosmiques dans les buts therapeutiques. Astrosophie , vol IV, 3, Carthage, 1929).
95. *Tchijevsky A.L.* Kosmische Einflusse, die Entstehung und Verbreitung von Massepsyshoseh beguenstigen. Deutsch– Russisshe Medizinische Zeitschrift, 3, Berlin, 1928.



96. *Tchijevsky A.L.* Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der periodischen Tätigkeit der Sonne und den Cholera und Grippe Epidemien. Deutsch– Russische Medizinische Zeitschrift , v III, 9, Berlin, 1927.
97. *Veretenenko, S. V. Ogurtsov, M. G.* 60-Year Cycle in the Earth's Climate and Dynamics of Correlation Links between Solar Activity and Circulation of the Lower Atmosphere: New Data, *Geomagnetism and Aeronomy* , 2020, Volume 59, Issue 7, p.908-917,doi: 10.1134/S0016793219070260
98. *Ward, William\_et al.* Role Of the Sun and the Middle atmosphere/thermosphere/ionosphere In Climate (ROSMIC): a retrospective and prospective view *Progress in Earth and Planetary Science*, 2021, Volume 8, Issue 1, article id.47, doi:10.1186/s40645-021-00433-8
99. *Werner K. Schmutz* Changes in the Total Solar Irradiance and climatic effects *J. Space Weather Space Clim.* 2021, 11, 40 doi:10.1051/swsc/2021016
100. Zhiming Yang, Qing Wang,Pengfei Liu Extreme temperature and mortality: evidence from China *International Journal of Biometeorology* (2019) 63:29–50 doi:10.1007/s00484-018-1635-y
101. <https://sci.esa.int/web/cluster/-/iron-is-everywhere-in-earth-s-vicinity-suggest-two-decades-of-cluster-data>
102. Solar data source: Space Weather Prediction Center : <https://www.swpc.noaa.gov/>
103. Satellite GOES data source: Space Weather Prediction Center : <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg/>
104. 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)
105. Geomagnetic data source: INTERMAGNET – the global network of observatories monitoring the Earth's magnetic field, Nurmijarvi observatory, Saint Petersburg observatory – [www.intermagnet.org](http://www.intermagnet.org)

## Приложение А. Входные данные характеристик природной среды (космической и земной погоды)

### 1. глобальные вариации солнечной активности (СА)

<p>интегральный радиопоток от видимого диска Солнца на волне 10,7 см (2800 Гц)</p> <p>[<math>10^{-22}</math> Вт/(Гц*м<sup>2</sup>)]</p> <p>- однократное измерение за сутки (Dominion Radio Astrophysical Observatory at Penticton, B.C., Canada, 20:00 UT)</p>
<p>число пятен на Солнце (Solar Spot Number = SSN), рассчитано в соответствии с формулой Вольфа: <math>SSN = k \cdot (10g + s)</math>, где g - это кол-во групп пятен (активных областей), s - общее кол-во пятен во всех группах, k - переменный индекс (обычно он меньше 1)</p> <p>[безразмерная величина]</p> <p>- суммарное за сутки</p>
<p>общая площадь пятен на Солнце</p> <p>[миллионные доли полусферы = м.д.п. (далее в тексте используется это сокращение)]</p> <p>- суммарная за сутки</p>
<p>количество новых Активных Областей (АО) на видимом диске Солнца</p> <p>[АО]</p> <p>- суммарное за сутки</p>

### 2. вспышечная компонента СА

<p>количество радиовсплесков (тип - шумовая буря) в</p> <p>1. метровом,</p> <p>2. дециметровом</p> <p>диапазонах длин волн</p> <p>[всплесков]</p>
---

- суммарное за сутки для каждого диапазона отдельно

количество рентгеновских вспышек

следующих баллов:

1. С  $[(1-9) * 10^{-3} \text{ эрг}/(\text{см}^2 * \text{с})]$ ,
2. М  $[(1-9) * 10^{-2} \text{ эрг}/(\text{см}^2 * \text{с})]$ ,
3. Х  $[> = * 10^{-1} \text{ эрг}/(\text{см}^2 * \text{с})]$ .

[вспышек]

- суммарное за сутки для каждого диапазона отдельно

количество оптических вспышек

следующих баллов:

1. s (площадь вспышки  $< 100$  м.д.п.),
2. 1 (площадь вспышки (100 - 250 м.д.п.),
3. 2 (площадь вспышки (250 - 600 м.д.п.),
4. 3 (площадь вспышки (600-1200 м.д.п.).

[вспышек]

- суммарное за сутки для каждого диапазона отдельно

### 3. характеристики ситуации в околоземном пространстве:

отношение величины концентрации альфа частиц к величине концентрации протонов в солнечном ветре в околоземном пространстве –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,
6. коэффициенты осцилляции и вариации

[безразмерная величина]

широтный угол потока плазмы в солнечном ветре (геоцентрическая эклиптическая система координат (GSE)) [–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[градусы дуги]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

долготный угол потока плазмы в солнечном ветре (геоцентрическая эклиптическая система координат (GSE)) –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[градусы дуги]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

давление потока плазмы–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нПа]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

скорость потока плазмы–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[км/с]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

плотности потоков электронов с энергиями:

1.  $E > 0,8$  МэВ,
  2.  $E > 2$  МэВ  
[электронов/(см<sup>2</sup>)/стер]
- средние за сутки для каждого диапазона отдельно

плотности потоков протонов с энергиями:

1.  $E > 1$  МэВ,
  2.  $E > 10$  МэВ,
  3.  $E > 100$  МэВ  
[протонов/(см<sup>2</sup>)/стер]
- средние за сутки для каждого диапазона отдельно

плотности потоков с энергиями:

1.  $E > 1$  МэВ,
  2.  $E > 2$  МэВ,
  3.  $E > 4$  МэВ,
  4.  $E > 10$  МэВ,
  5.  $E > 30$  МэВ,
  6.  $E > 60$  МэВ -
- для каждого потока суточные статистики:

1.	максимум,
2.	минимум,
3.	медиана,
4.	размах,
5.	стандартное отклонение, [протонов/(см <sup>2</sup> /стер)]
6.	коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]
общая концентрация протонов в солнечном ветре –	
суточные статистики:	
1.	максимум,
2.	минимум,
3.	медиана,
4.	размах,
5.	стандартное отклонение, [протонов /см <sup>3</sup> ]
6.	коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]
общая температура протонов в солнечном ветре –	
суточные статистики:	
1.	максимум,
2.	минимум,
3.	медиана,
4.	размах,
5.	стандартное отклонение, [K°]
6.	коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]
фоновые потоки рентгеновского излучения	
в диапазонах длин волн:	
1.	(0,4 -5) Å, E <1*10 <sup>-3</sup> эрг/см <sup>2</sup> *с),
2.	(1 -8) Å, E <1*10 <sup>-3</sup> эрг/см <sup>2</sup> *с). –

для каждого потока суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[Вт\*м<sup>2</sup>]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

счет нейтронного монитора

[%-отклонение от фонового уровня] – среднее за сутки

Напряженность электрического поля в околоземном пространстве = (скорость плазмы в солнечном ветре [км/с]) \* (напряженность z-компоненты геомагнитного поля  $B_z$  [нТ]; GSM)) \* 10<sup>-3</sup>–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[мВ/м]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

4. характеристики геомагнитного поля

суммарная напряженность геомагнитного поля в околоземном пространстве (вектор)  
 $\sqrt{(B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)}$  –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,

4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

средняя напряженность геомагнитного поля в околоземном пространстве (среднее арифметическое абсолютной величины  $|B| = (1/N) * \sum |B|$ , N= кол-во точек дискретизации) –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

напряженность каждой из 3 компонент геомагнитного поля в околоземном пространстве:

1. x-компоненты,
  2. y-компоненты,
  3. z-компоненты
- (геоцентрическая система координат (GSE) и геоцентрическая магнитная система координат (GSM)) –

суточные статистики для каждой компоненты:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]



Dst-индекс (характеризует степень возмущенности геомагнитного поля) -

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

напряженность геомагнитного поля на **высоких** широтах (оценивается по станции College) –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

напряженность геомагнитного поля на **средних** широтах (оценивается по станции Fredericksburg) –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

напряженность геомагнитного поля **планетарная** (расчетная - по значениям магнитометров, расположенных в западном полушарии) –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

напряженность каждой из 3 компонент геомагнитного поля на **широте Санкт-Петербурга**:

1. x-компоненты,
  2. y-компоненты,
  3. z-компоненты. –
- суточные статистики для каждой компоненты:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[нТл]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

5. характеристики электрического поля атмосферы

градиент напряженность атмосферного электрического поля – максимальный за сутки  
внутричасовой разброс [В/м]

коэффициент униполярности атмосферного электрического поля - максимальный за  
сутки внутричасовой разброс [безразмерная величина]

## 6. характеристики, связанные с изменением атмосферного барического поля

атмосферное давление –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[гПа]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

нижняя облачность –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[баллы]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

скорость ветра–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[м\с]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

## 7. характеристики влажности воздуха

относительная влажность –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[%]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

температура точки росы –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[C°]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

дефицит температуры точки росы–

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[C°]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

## 8. характеристики температуры воздуха

температура воздуха –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[С°]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

## 9. характеристики состава атмосферы (весовое содержание кислорода в воздухе):

Содержание кислорода в воздухе –

суточные статистики:

1. максимум,
2. минимум,
3. медиана,
4. размах,
5. стандартное отклонение,  
[%]
6. коэффициенты осцилляции и вариации [безразмерная величина]

Каждая статистика каждого параметра в данном исследовании считалась независимой величиной, и рассматривалась как возможный фактор, воздействующий на человека.

**Приложение Б. Поведение целостных Комплексов Погоды в случаях различного количества вызовов врача при установленном диагнозе пациентов «ишемическая болезнь сердца» (ИБС), 2006-2009 гг.**

Медицинские данные:

Ежедневное количество случаев ИБС в одном из районов Санкт-Петербурга (из журналов регистрации вызовов врачей). Проанализированы экологические обстоятельства двух альтернативных событий, за которые считали (1) дни с максимальным количеством случаев ИБС (“Мах” в этой работе) и (2) дни отсутствия таких случаев (“Nobody” в этой работе). Максимумы рассчитаны отдельно для случаев регистрации ИБС в разных гендерных группах, но “Nobody” означает пустые дни для этих событий вообще – никого не зарегистрировано в группе мужчин и то же самое для группы женщин. Временной интервал наблюдений: 19.12.2005 – 31.12.2009. Общее количество случаев ишемии – 15122.

Экологические данные:

1. Суточные индексы глобальных вариаций солнечной активности (СА) (интегральный радиопоток на волне длиной 10,7 см, число Вольфа, суточная сумма площадей всех наблюдаемых солнечных пятен на видимом диске, количество новых активных областей в сутки) [1];

2. Суточные характеристики вспышечной компоненты СА в различных диапазонах электромагнитного спектра (оптический, радио, рентгеновский диапазоны) [1];

4. Суточные вариации характеристик межпланетного пространства в окрестностях Земли (потоки электронов, протонов, альфа-частиц) [2];

5. Суточные вариации геомагнитного поля (ГМП) (К-индексы на высоких земных широтах; К-индексы на средних широтах; x-, y - и z-компоненты ГМП на широте Санкт-Петербурга) ([1], [3]).

5. Ионосферные явления (внезапные ионосферные возмущения) ([2]).

6. Параметры атмосферы (атмосферное давление, облачность, скорость ветра, влажность, температура воздуха, температура точки росы и содержание кислорода в воздухе) (Санкт-Петербургская метеорологическая станция, № 26063, (59°58 ' 30°18'Е)).

Эти характеристики окружающей среды для дней случаев обострения ишемии были исследованы в рамках конкретных календарных сезонов, близких к минимуму СА между 23-м и 24-м циклами.

В интервале наложенных эпох поведение полных наборов параметров окружающей среды (Погодных комплексов) очень специфично для событий «Мах» и отчетливо отличается от таковых для «Nobody». Это очевидно на рисунках (1-8), где можно увидеть резкие отклонения от сезонного нормального уровня набора окружающей среды, который относится к событиям «Мах», когда такой набор для «Nobody» очень близок к сезонному нормальному уровню на протяжении всего временного интервала в любом календарном сезоне.

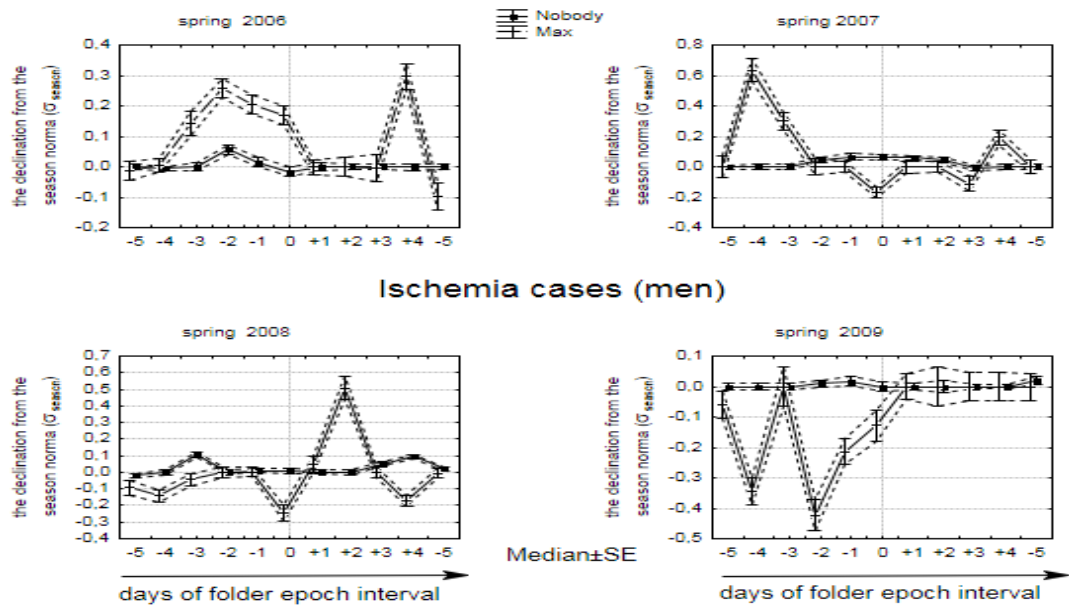


Рис 1. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе мужчин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Весенние периоды за время наблюдения.

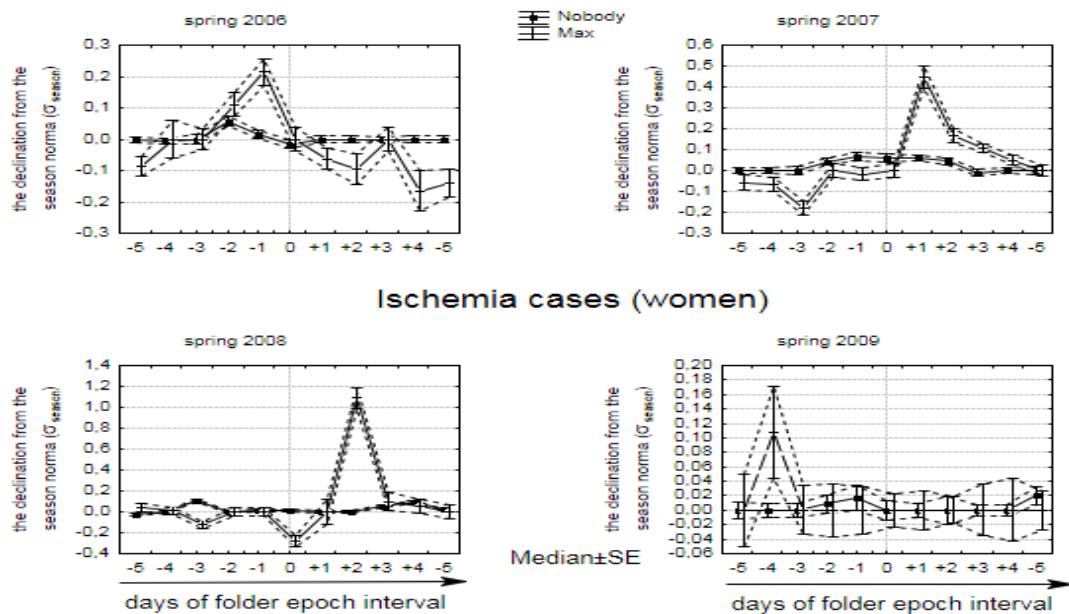


Рис 2. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе женщин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Весенние периоды за время наблюдения.



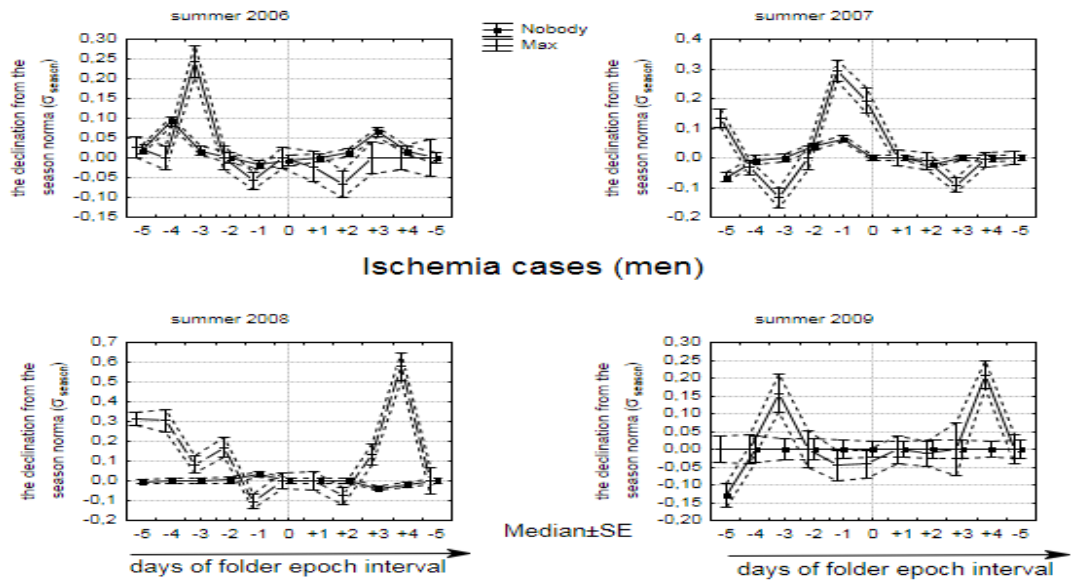


Рис 3. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе мужчин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Летние периоды за время наблюдения.

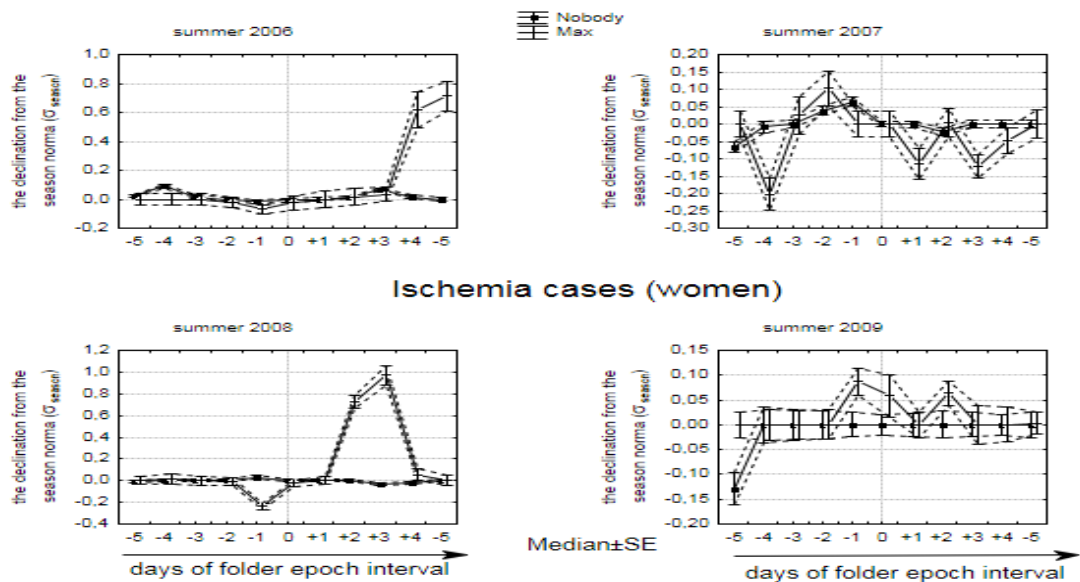


Рис 4. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе женщин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Летние периоды за время наблюдения.

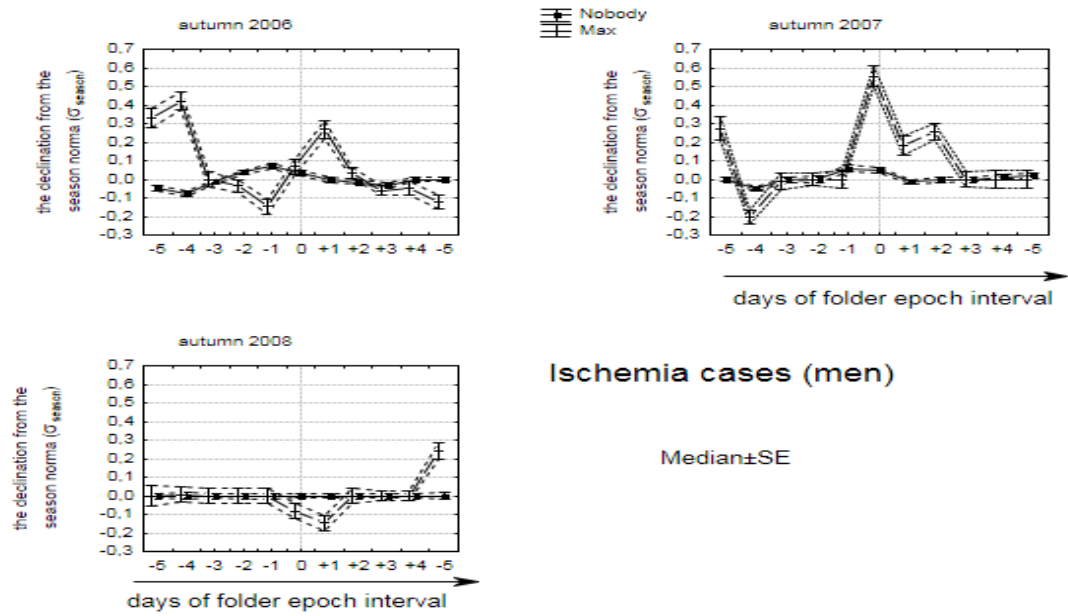


Рис 5. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе мужчин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Осенние периоды за время наблюдения.

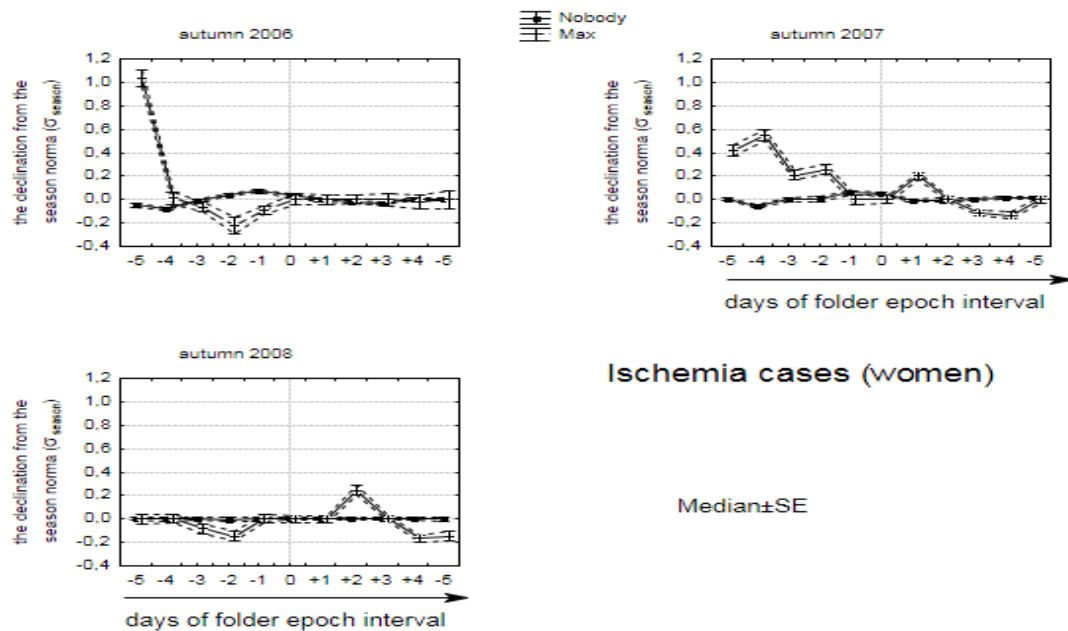


Рис 6. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе женщин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Осенние периоды за время наблюдения.

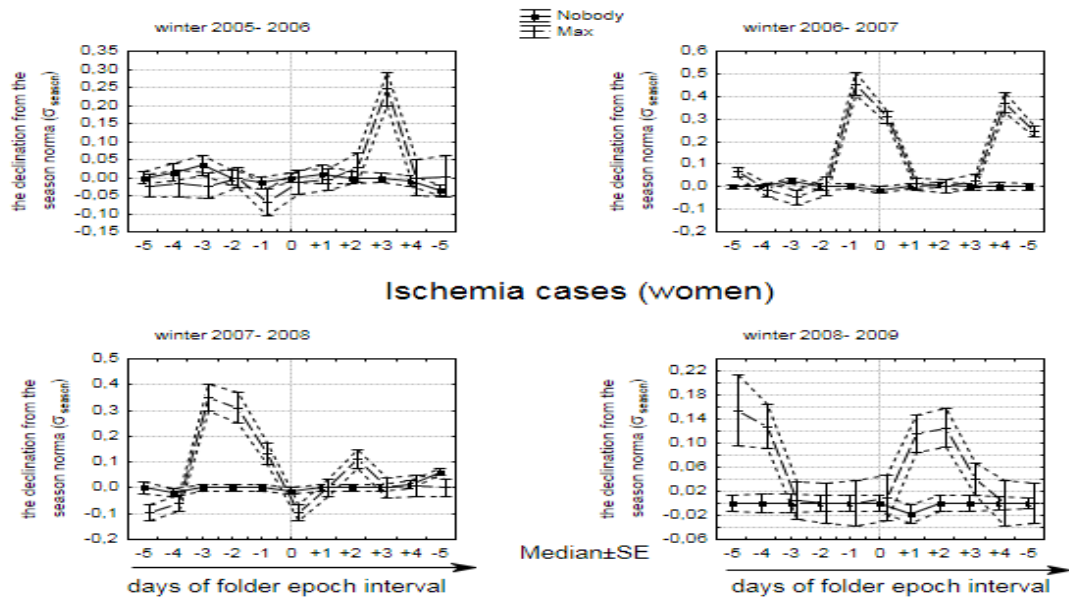


Рис 7. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе мужчин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Зимние периоды за время наблюдения.

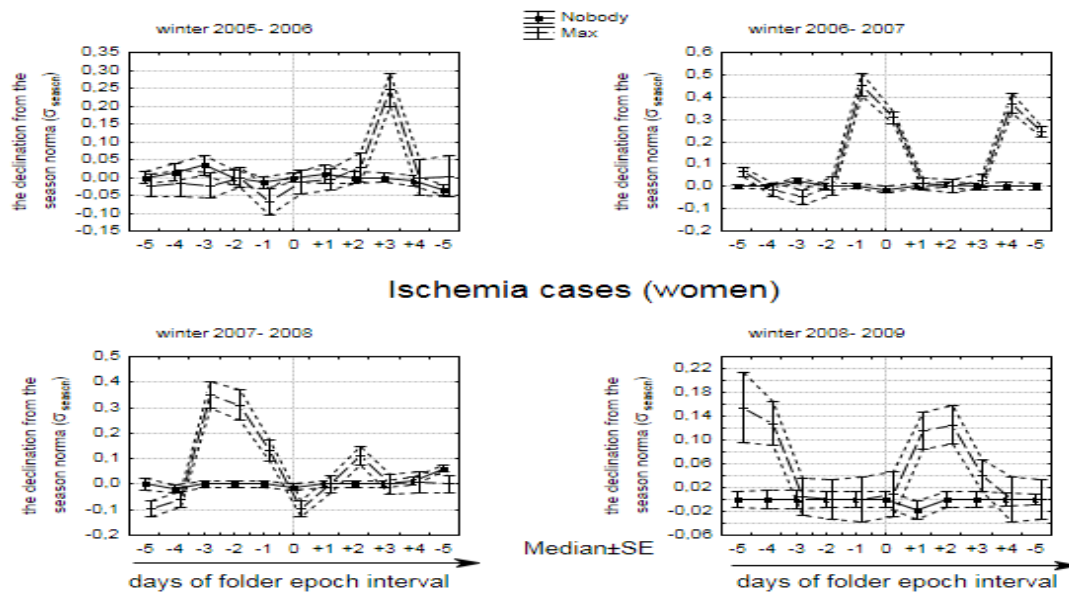


Рис 8. Поведение погодных комплексов в интервале наложенных эпох для различных медицинских событий в ключевой день. Случаи ишемии в группе женщин («Max») по сравнению с отсутствием случаев ишемии в любой гендерной группе («Nobody»). Зимние периоды за время наблюдения.

## Источники экологических данных:

1. <https://www.swpc.noaa.gov/>
2. <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg/>
3. <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/ionospheric-data/sids/reports>
4. [www.intermagnet.org](http://www.intermagnet.org)