



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему: «Гелиогеофизические и метеорологические характеристики
состояния природной среды при различных результатах
клинического анализа крови человека

Исполнитель Алексеева Наталья Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Ступишина Ольга Михайловна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.о. заведующего кафедрой 
(подпись)

доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

« 05 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Оглавление

Введение.....	3
Космическая погода.....	5
Солнце и солнечная активность.....	7
Магнитное поле Солнца.....	7
Солнечные вспышки.....	8
Солнечный ветер.....	10
Галактические космические лучи.....	11
Земная погода.....	12
Практическая часть.....	15
Методика обработки данных.....	16
Фон – Космическая погода.....	18
Радиовсплески в разных диапазонах.....	20
Внезапные ионосферные возмущения (SID).....	22
Интегральный радиопоток диска Солнца на длине волны 10.7см.....	22
Вспышки на Солнце.....	23
Геоманнитное поле.....	25
Индекс интенсивности ультрафиолетового излучения, измеренный на верхней границе атмосферы.....	28
Выводы по космической погоде.....	29
Фон - Земная погода.....	30
Температура воздуха.....	31
Относительная влажность воздуха.....	35
Атмосферное давление.....	39
Скорость ветра и облачность.....	43
Температура точки росы.....	44
Дефицит температуры точки россы.....	47
Вывод по земной погоде.....	49
Медицинские данные.....	50
Результаты.....	53
Выводы по результатам.....	67
Выводы.....	68
Заключение.....	69
Список используемой литературы.....	71

Введение

Человек является частью окружающей его большой и сложной системы, включающей параметры космической и Земной погоды, между ними происходит постоянный обмен веществом и энергией. Погода, как составляющая окружающей человека среды, оказывает на него непосредственное влияние. При ее изменении у человека может улучшаться или ухудшаться не только настроение, но и самочувствие. На организм человека оказывает влияние прохождение мезомасштабных вихрей (циклонов и антициклонов) и сопутствующие им изменения температуры воздуха, относительной влажности, атмосферного давления, скорости ветра и других параметров земной погоды. Большое влияние на характеристики земной погоды оказывают параметры космической погоды.

Изучение влияния метеорологических и гелиогеофизических параметров на человека, как по отдельности, так и в совокупности, в современных реалиях позволит прогнозировать обострения заболеваемости людей, что в свою очередь способствует улучшению качества жизни человека.

Погода – это состояние некоторых компонент, характеризующих процессы, происходящие в атмосфере (температуры воздуха, влажности, атмосферного давления, характеристик ветра и др.) в конкретное время на конкретной местности.

Климат в свою очередь определяется средними значениями характеристик атмосферы в конкретной местности за несколько десятилетий (минимум за 30 лет).

Космическая погода – это «Электромагнитное излучение Солнца, которое может вызвать поражающее воздействие на живые организмы и вызвать нарушения в работе объектов энергетики и связи» [1]. По аналогии с «климатом» космический климат — это средние многолетние

характеристики космической погоды. Многочисленные исследования показали взаимосвязь между изменениями космической погоды с изменениями, происходящими в нижних слоях атмосферы. Поэтому, при изучении биометеорологического режима атмосферы и влияния окружающей среды на организм человека стоит учитывать земную и космическую погоду, вместе.

Актуальность исследований заключается в необходимости определения зависимости состояния организма человека от вариаций непрерывно меняющейся природной среды. Понимание такой зависимости служит базой к формированию прогноза погоды для медицинских целей, В свою очередь, такой прогноз позволит принять превентивные меры к охране здоровья населения.

Целью данной работы является исследование одновременной изменчивости параметров космической и земной погоды для оценки связи между вариациями параметров природной среды и различными результатами клинического анализа крови человека.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Сформировать базы данных за 2000–2001 года для космической и земной погоды;
2. Сформировать базу медицинских данных (параметры крови);
3. Выполнить статистический анализ полученных баз данных;
4. Сопоставить факты изменчивости космической и земной погоды фактам различных значений показателей крови испытуемых.

Космическая погода

Космическая погода – это изменение состояния характеристик космического пространства. Изменения, происходящие в космическом пространстве, влияют на состояние ионосферы, атмосферы, литосферы, гидросферы и, наконец, биосферы.

Изначально существовало 2 мнения о том, как космическая погода, влияет на живые организмы:

Первое мнение – существует не известная физикам компонента солнечного излучения, благодаря которой осуществляется воздействие солнечной активности на организмы. (X-агент, Z-излучение).

Второе мнение – организмы обладают исключительно высокой чувствительностью к каким-то известным экологическим параметрам, которые зависят от солнечной активности, связь осуществляется через нераскрытые геофизические механизмы. Сейчас научное общество склоняется ко второму мнению, предлагая варианты таких механизмов.

Влияние солнечной активности на среду обитания человека – биосферу можно представить в виде следующей схемы.

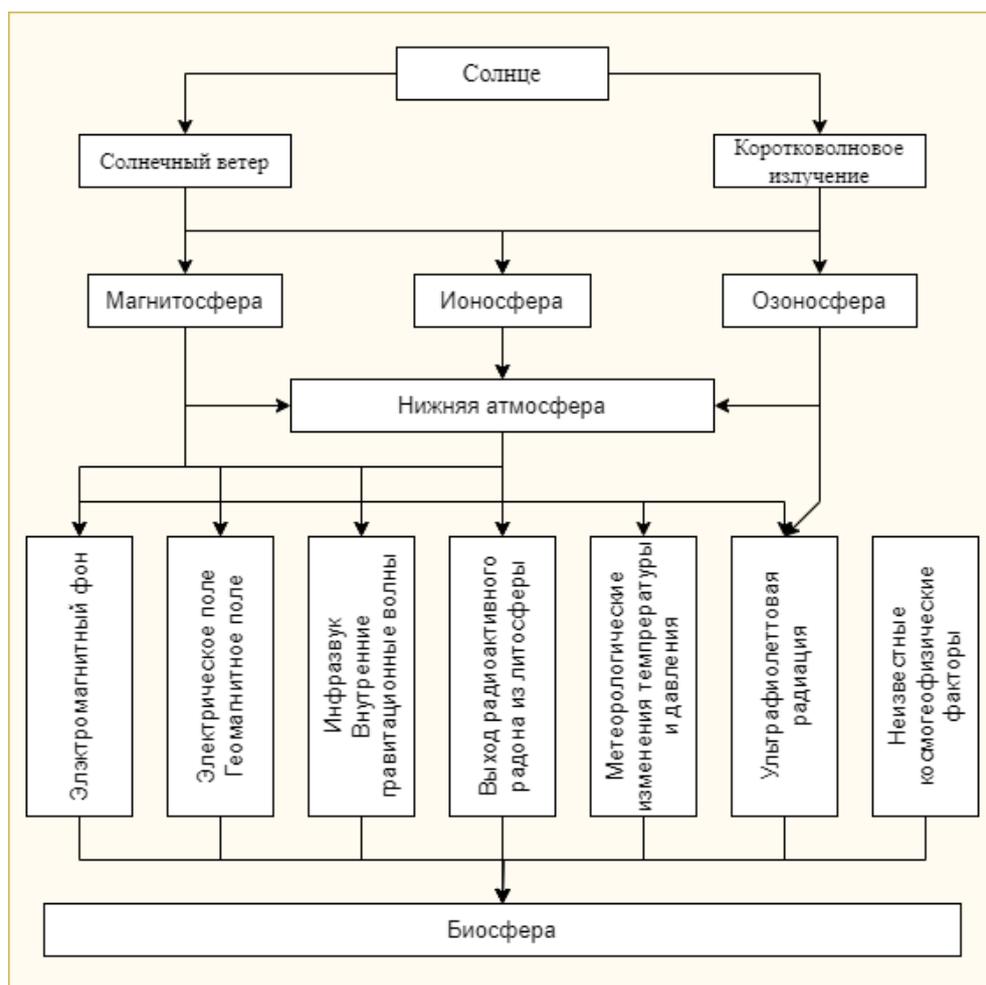


Рисунок 1. Схема влияния солнечной активности на биосферу.

При рассмотрении схемы на рис. 1 следует обратить внимание на то, что воздействие солнечной активности на среду обитания организмов передается по двум каналам – через вариации коротковолнового излучения и через изменения в солнечном ветре. Эти каналы существенно различаются: в первом случае сигнал от всего диска Солнца приходит к Земле через 8 минут и воздействует на уже упомянутую ионосферу; во втором случае запаздывание процесса «явления на Солнце – эффект на Земле» составляет в среднем 4,5 дня, и информация, приходившая от Солнца, относится к его узкой зональной полосе, откуда в данный момент истекает солнечная плазма (ветер), не ко всему диску! Воздействие имеет место на магнитосферу и отражается индексами магнитной активности (их сильное возрастание соответствует магнитной буре). Далее эти первичные вариации

«перерабатываются» во вторичные вариации различных экологических переменных. Они перечислены в нижней части диаграммы.

Сейчас большинство исследователей полагает, что самым важным физическим агентом, переносящим «капризы» космической погоды к поверхности Земли, являются колебания электромагнитного поля (радиоволны) различных частот. Низковолновое излучение присутствует в среде обитания всегда, контролируется солнечной активностью по обоим каналам и обладает высокой проникающей способностью (на рис. 1 - слева, «электромагнитный фон»).

Первым, кто обратил внимание на возможность связи между вариациями солнечной активности и состоянием живого организма, был А. Л. Чижевский, в начале XX века опубликовавший ряд работ на эту тему, что положило основу дисциплине «гелиобиология».

«Важный вывод А. Л. Чижевского о том, что солнечная активность влияет на все биологические процессы, был, разумеется, не столько эмпирическим обобщением, сколько экстраполяцией. По нынешним масштабам он располагал довольно ограниченными данными» [2].

Солнце и солнечная активность

Ближайшим источником изменения космической погоды является Солнце, поэтому для дальнейшего анализа нужно разобраться с его характеристиками и проявлением его воздействия на Землю в целом.

Магнитное поле Солнца

Так одной из основных характеристик Солнца является весьма сильное магнитное поле, вариации которого определяют циклы его активности. Сейчас принято выделять несколько солнечных циклов с разными периодами активности – от 150 минутных (по некоторым сведениям – от 5 минутных) до

вековых. Наиболее известным считается 11-летний цикл Швабе-Вольфа, связанный с пятнообразовательной деятельностью Солнца.

Р. Вольф в 1848 году, ввел индекс солнечной активности, так называемое число Вольфа. Также ученый установил отсчет циклов активности Солнца с 1755 года. Сейчас проходит 25 солнечный цикл с максимум в 2023–2024 (2025) годах.

Магнитное поле Солнца, не будучи единым в смысле своего происхождения, варьирует все же комплексно, вызывая глобальные изменения, как в самом Солнце, так и в солнечной системе.

Солнечные вспышки

Одним из главных проявлений вариаций солнечной активности является взрывной процесс – солнечная вспышка, которая характеризуется: быстрым нарастанием яркости (иногда за 10-30 сек); очень коротким периодом максимума (<1 мин); медленным затуханием (втрое короче периода разгорания); общей продолжительностью от 4 до 10 мин (однако, отмечены уникальные события: длительностью меньше 1 мин и около 1,5 часа [5]).

Стоит учитывать, что солнечные вспышки весьма обычное явление, которое происходят 1 раз в 7 часов в хорошо развитой Активной Области (АО). В максимуме активности частота вспышек увеличивается до 1 раза в 2 часа – тогда за время прохождения АО по диску в ней может произойти больше 100 вспышек. Продолжительность вспышки: от нескольких часов до нескольких минут (в среднем, около 20 мин).

Солнечные вспышки оцениваются в балах яркости (f – слабые вспышки, N – нормальные, B – яркие) и площади (Таблица 1)

Таблица 1 Баллы площади солнечной вспышки в оптическом диапазоне электромагнитного спектра

Балл	Площадь (миллионные доли полусферы)	Площадь (квадратные градусы дуги)
s (= sub)	<100	<2.0
1	100-250	2.1-5.1
2	250-600	5.2-12.4
3	600-1200	12.5-24.7
4	> 1200	> 24.7

Солнечные вспышки сопровождаются:

1. Радиовсплесками, которые в силу прозрачности атмосферы в диапазоне радиоволн, достигают поверхности Земли за 8,3 минуты.

Радиовсплески бывают:

- a. Разных диапазонов длин волн – от метров до мм
 - b. Разной ширины – от узкополосных до широкополосных
 - c. Разной интенсивности – от 10 солнечных единиц потока – с.е.п. ($1 \text{ с.е.п. } 10^{-22} \text{ Вт/ (Гц} \times \text{см}^2)$) до 60 000 с.е.п.
 - d. Разного профиля – от спайков до плавно возрастающих и медленно затухающих всплесков и шумовых бурь.
2. Вспышкой в диапазоне Рентгена (X-Rays)
- a. Мягкой рентгеновской вспышкой (длина волны (0,5-8) Å)
 - b. Жесткой рентгеновской вспышкой.

Таблица 2 Баллы энергии солнечной вспышки в диапазоне Рентгена электромагнитного спектра (мягкая вспышка).

Балл	Интенсивность в максимуме
C	$(1-9) * 10^{-3} \text{ эрг/ (см}^2 \times \text{с)}$
M	$(1-9) * 10^{-2} \text{ эрг/ (см}^2 \times \text{с)}$
X	$(1-9) * 10^{-1} \text{ эрг/ (см}^2 \times \text{с)}$

Еще одно взрывное явление на Солнце (Рис.4) – корональный выброс масс (КВМ) = coronal mass ejection (CME). Оно также считается обычным явлением

- Выносит также силовые линии магнитного поля.
- Представляет собой облака плазмы в межпланетном пространстве.
- Имеет различную конфигурацию.
- Наблюдается только при помощи внеатомного коронографа – за пределами видимого диска Солнца. В случае направления по лучу зрения (от наблюдателя к диску Солнца) выглядит черными пятнами.

Солнечный ветер

Солнечный ветер представляет собой достаточно беспокойную среду, определяющую космическую погоду в межпланетном пространстве. Солнечный ветер – это постоянный поток заряженных частиц, истекающих из диска Солнца. В нем имеют место флуктуации магнитного поля, связанные с частично вынесенными магнитными силовыми линиями Солнца в результате коронального выброса масс и высокоскоростных струй. Кроме этого, имеют место плазменные волны в общем потоке. И, наконец, в солнечном ветре образуются разрывы по причине закрученности

межпланетного магнитного поля. Сочетание скоростных струй с медленным фоном создает области повышенного и пониженного давления в общем потоке плазмы, порождая ударные волны

Возможные типы ударных волн:

1. Быстрая ударная волна, в которой нормальная компонента скорости втекающего вещества больше, чем вытекающего;

2. Поршневая волна – генерируется протяженными и длительными возмущениями вблизи Солнца, характеризуется возрастанием плотности, скорости и температуры движущегося за ударным фронтом газа.

3. Взрывные волны – генерируются импульсными возмущениями на Солнце, характеризуется понижением плотности, скорости и температуры движущегося за ударным фронтом газа.

Наконец, следует сказать о галактических космических лучах, также ответственных за формирование условий космической погоды.

Галактические космические лучи

Это высокоэнергичные потоки заряженных частиц, приходящие в нашу солнечную систему из-за ее пределов. Они вместе с ранее перечисленными характеристиками ответственны за формирование условий погоды в космическом пространстве. Энергия таких частиц позволяет им достигать поверхности Земли, однако, в максимуме цикла солнечной активности высокоскоростные струи солнечного ветра в состоянии отклонить траекторию распространения галактических космических лучей.

Земная погода

Санкт-Петербург и его окрестности относятся к атлантико-континентальной области умеренного пояса. Климат города имеет черты как морского, так и континентального, с умеренно мягкой зимой и умеренно теплым летом.

Температурный режим Санкт-Петербурга формируется, в основном, под влиянием, двух факторов: радиационного режима и циркуляции атмосферы. Вторжение атлантических воздушных масс (преимущественно с запада и юго-запада) сопровождается обычно ветреной пасмурной погодой, а радиационный фактор больше проявляется при формировании антициклонов – в условиях ясной безветренной погоды.

Изменения температуры воздуха оказывает влияние на изменение теплообмена человека с окружающей средой, вследствие чего, тепловой режим является весьма важным метеопатическим фактором. Снижение температуры уменьшает теплоотдачу и увеличивает теплообразование человеческого организма. По данной причине человек во время холодной погоды начинает дрожать. Межсуточные изменения температуры, так же оказываю влияние на теплоощущение человека. Считается, что изменение среднесуточной температуры воздуха на (1 – 2) °С – слабое, на (3 – 4) °С - умеренное, более чем на 4 °С – резкое.

Санкт-Петербург по своему географическому местоположению попадает в зону избыточного увлажнения. Поскольку количество выпадающих осадков примерно на (200-250) мм превышает испарение влаги, для Санкт-Петербурга характерна высокая влажность воздуха – около 80% (летом – (60-70) %, а зимой – (83-88) %). Число дней с относительной влажностью не менее 80% варьирует от 140 до 155.

Для человеческого организма наиболее комфортным значением относительной влажности является 50%. При этом повышение данного значения приводит к уменьшению испарения с поверхности тела человека, вследствие чего ему становится тяжелее переносить жару.

Территория Санкт-Петербурга характеризуется достаточно высокой изменчивостью атмосферного давления во времени. Поэтому, при быстром прохождении барических систем могут формироваться большие суточные амплитуды атмосферного давления, вызванные резкими падениями и ростом давления.

Всего за год в Петербурге бывает, в среднем, 177 пасмурных дней по общей облачности. В ясные дни средняя продолжительность солнечного сияния уменьшается от 10,1 часа в июне до 2 часов в декабре.

Межсуточные изменения атмосферного давления делят по классификации В.Г. Бокши на сильные – от 10 до 20 гПа, резкие – от 8 до 10 гПа, умеренные – 8 гПа и слабые – от 1 до 4 гПа. Данная классификация используется в медицинских целях, так как резкие изменения атмосферного давления могут вызывать ухудшение состояние у людей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

При этом, не стоит забывать о влиянии орография на синоптические процессы, происходящие над территорией Санкт-Петербурга. Имеется сильная изрезанность береговой линии, большое количество внутренних водоемов и наличие горного массива на севере. Наличие больших водных пространств, способствуют развитию сильных ветров на побережье.

Результаты многочисленных исследований подтверждают существование солнечно-атмосферных связей в широком диапазоне временных шкал: от нескольких часов и суток до тысячелетий. Тем не менее, несмотря на огромное количество работ, посвященных влиянию солнечной активности на состояние нижней атмосферы, погоду и климат, вопрос о физическом механизме данного влияния продолжает оставаться открытым. Изучение физического механизма и построение соответствующей физико-

математической модели осложняется рядом причин. Следует отметить разнообразие проявлений солнечной деятельности и связанных с ними возмущений межпланетной среды, а также геофизических процессов, воздействующих на атмосферу. К ним относятся:

1. вариации полной солнечной радиации,
2. вариации солнечной радиации в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазоне длин волн,
3. возмущения солнечного ветра и межпланетного магнитного поля, модулирующие потоки галактических лучей и инициирующие геомагнитные возмущения,
4. всплески солнечных космических лучей.

Очевидно, что все перечисленные агенты различаются амплитудами вариаций, временным ходом (характером изменений в 11-летнем цикле солнечной активности), энергией, вносимой в атмосферу, высотной и широтной зависимостью, характером воздействия на атмосферу. Таким образом, формирование отклика атмосферной циркуляции на вариации солнечной активности обусловлено одновременным воздействием на атмосферу различных космических факторов, и, соответственно, одновременной работой нескольких физических механизмов, связанных с ними.

Еще одним важным обстоятельством, затрудняющим разработку физического механизма солнечно-атмосферных связей, является недостаточно изученное влияние на формирование эффектов солнечной активности состояния самой атмосферы. Процессы, запускаемые в атмосфере под воздействием тех или иных солнечно-геофизических явлений на коротких временных шкалах, протекают на определенном метеорологическом фоне, т. е. на их развитие могут влиять локальные метеорологические условия. На более длительных временных шкалах наблюдается временная изменчивость отклика атмосферы на вариации солнечной активности, т. е. корреляционные связи между теми или иными

атмосферными характеристиками и солнечно-геофизическими факторами могут появляться, исчезать, менять знак [3].

Практическая часть

Медицинские данные, представляющие собой 3 характеристик крови человека (СОЭ, концентрация эритроцитов, концентрация гемоглобина), были собраны с 25.05.2000 по 31.05.2001, поэтому базы природной среды формировались конкретно для данного промежутка времени. При этом для рассмотрения фонового состояния природной среды базы данных были расширены и включили в себя уже больший временной промежуток с 1998 по 2002 год. Рассмотрения фоновых значений, т.е. рассмотрение общего хода параметров природной среды за пятилетний период применяется для выявления особенностей или наоборот стандартного хода параметров природной среды в момент регистрации медицинских данных.

В данных природной среды были рассмотрены 79 параметров космической погоды и 10 земной, при этом для анализа использовались суточные статистики указанных параметров:

1. среднесуточное значение;
2. максимальное и минимальное значение за сутки;
3. суточный разброс – суточная амплитуда, суточное стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации.

Каждая суточная статистика рассматривалась как независимый параметр в силу неизвестной роли её как фактора. Поэтому в целом в работе использовалось 645 параметров природной среды.

Методика обработки данных

1. Проводим статистический анализ входных данных, то есть создаем группы данных, однородных по наибольшему количеству показателей.

2. Внутри каждой группы устанавливаем критерии "нормы" (величины исследуемых параметров в рамках среднего отклонения их сезонного распределения) и «аномалии» (значения параметров вне указанных выше рамок).

3. Проводим исследование в рамках конкретных календарных сезонов, понимая, что они находятся внутри временного промежутка конкретной фазы солнечной активности.

Исследование проводим внутри каждой из образованных групп, объединяя лишь выводы. Значения параметров подвергаем процессу стандартизации на сезонную медиану по формуле (1), что позволяет рассматривать весь набор характеристик природной среды единой выборкой, каждый член которой измерен в единицах его отклонения от сезонной медианы:

$$x_{st} = \frac{x - x_{0,5season}}{\sigma_{xseason}} \quad (1)$$

По итогу мы сможем характеризовать весь природный комплекс как единое целое, оценивать степень его отклонения от нормы для данного календарного сезона, проводить сравнение различных природных комплексов, соответствующих дням «аномалии» и «нормы».

В случае различия характеристик таких природных комплексов можно говорить о различии условий, в которых формируются разные состояния биологических объектов.

4. Отбираем параметры внешней среды, характерные для даты регистрации конкретного медицинского события. Формируем комплексы характеристик предположительно воздействующей на исследуемый объект среды (далее комплекс погоды). Сортируем данные по категориям "нормы" и

"аномалии".

5. Рассматриваем изменения природной среды на промежутке не менее +/- 5 дней от дня регистрации изменений в состоянии исследуемого объекта, т.е. 5 дней до и 5 дней после – используем метод наложенных эпох.

6. Проводим исследование полного комплекса погоды, т.е. находим день максимального различия комплексов в интервале наложенных эпох.

По итогу мы сможем найти день максимального различия и сходства полных комплексов параметров внешней среды, соответствующих разным медицинским категориям («норма» vs «аномалия»). Это позволит определить конкретный параметр и его значение, соответствующее факту регистрации конкретного медицинского события.

7. Рассматриваем структуру комплексов природной среды на предмет избыточности отобранных параметров, посредством критерия Манна-Уитни.

Фон – Космическая погода

Была сформирована база данных космических параметров. Данные были отсортированы и преобразованы в вид таблиц и графиков для дальнейшего использования, и более удобного сравнения между собой и поиска связей между вариациями космической погоды и вариациями параметров крови группы испытуемых людей. В таблице 3, как раз предоставлены все используемые данные, которые были взяты с сайтов, предоставленные ниже.

- <https://www.swpc.noaa.gov/>
- <https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/avg/>
- <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/ionospheric-data/sids/reports>

Таблица 3. Параметры космической погоды

№ параметра	Пояснение
1	интегральный радиопоток от диска Солнца на волне 10,7 см - однократное измерение за сутки
2	число пятен на Солнце, рассчитанное в соответствии с формулой Вольфа:
3	общая площадь пятен на Солнце [миллионные доли полусферы = м.д.п.] - суммарная за сутки
4	количество новых активных областей на видимом диске Солнца - суммарное за сутки
5	количество радиовсплесков (тип - шумовая буря) в метровом и дециметровом диапазонах длин волн - суммарное за сутки
6	количество рентгеновских вспышек в баллах: С [(1-9)*10 ⁻³ эрг/(см ² *с)], М [(1-9)*10 ⁻² эрг/(см ² *с)], Х [\geq *10 ⁻¹ эрг/(см ² *с)]

№ параметра	Пояснение
7	<p>количество оптических вспышек в баллах: s [площадь вспышки <100 м.д.п.], 1 [площадь вспышки (100 - 250 м.д.п.), 2 [площадь вспышки (250 - 600 м.д.п.), 3 [площадь вспышки (600-1200 м.д.п.)</p>
8	<p>отношение величины концентрации альфа частиц к величине концентрации протонов в солнечном ветре в околоземном пространстве – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
9	<p>широтный угол потока плазмы в солнечном ветре [градусы] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
10	<p>долготный угол потока плазмы в солнечном [градусы] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
11	<p>давление потока плазмы [нПа] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
12	<p>скорость потока плазмы [км/с] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
13	<p>потоки электронов с энергиями: $E > 0,8$ МэВ и $E > 2$ МэВ [электронов/(см²)/стер] - суммарные за сутки</p>
14	<p>потоки протонов с энергиями: $E > 1$ МэВ, $E > 10$ МэВ, $E > 100$ МэВ – суммарные за сутки</p>
15	<p>потоки протонов с энергиями: $E > 1$ МэВ, $E > 2$ МэВ, $E > 4$ МэВ $E > 10$ МэВ, $E > 30$ МэВ, $E > 60$ МэВ – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
16	<p>концентрация протонов в солнечном ветре [частиц/см³] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
17	<p>Температура протонов в солнечном ветре [K°] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>
18	<p>Фоновые потоки рентгеновского излучения в диапазонах длин волн: (0,4 -5) Å [$E < 1 \cdot 10^{-3}$ эрг/см² *с] и (1 -8) Å [$E < 1 \cdot 10^{-3}$ эрг/см² *с)] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации</p>

№ параметра	Пояснение
19	счет нейтронного монитора [% - отклонение от фонового уровня]
20	Вектор напряженности геомагнитного поля [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
21	Напряженность Геомагнитного поля (среднее арифметическое абсолютной величины – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
22	Напряженность каждой из 3 компонент геомагнитного поля: x-компоненты, y-компоненты, z-компоненты [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
23	DST индекс (возмущенность геомагнитного поля) [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
24	напряженность геомагнитного поля на высоких широтах [нТл] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
25	Напряженность каждой из 3 компонент геомагнитного поля: x-компоненты, y-компоненты, z-компоненты (на широте Санкт-Петербурга) [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
26	напряженность геомагнитного поля на средних широтах [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
27	напряженность геомагнитного поля планетарная [нТ] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации
28	Напряженность электрического поля в околоземном пространстве = (скорость плазмы в солнечном ветре [км/с]) * (напряженность z-компоненты геомагнитного поля B_z [нТ]; GSM)) * 10^{-3} [мВ/м] – суточные статистики: максимум, минимум, медиана, размах, стандартное отклонение, коэффициенты осцилляции и вариации

Радиовсплески в разных диапазонах

Все базы данных радиовсплесков в представленных диапазонах находятся в рамках +/- 1 год от исследуемого временного промежутка. В

данный промежуток попадают фазы как максимума, так и ослабления солнечной активности.

Таблица 4. Количественные характеристики радиовсплесков

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество дней
29,01644	32,72974	1,00000	216,00000	365

На рассматриваемый период приходилось 365 радиовсплесков, со средним значением – 29 радиовсплесков за сутки.

Таблица 5. Количественные характеристики радиовсплесков, зарегистрированных в широком волновом диапазоне.

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество дней
1,0000000	0,00	1,0000000	1,0000000	7

Таблица показывает, что радиовсплесков в широком волновом диапазоне наблюдалось значительно меньше – 7 случаев, со средним количеством за сутки – 1.

Таблица 6. Количественные характеристики радиовсплесков в сантиметровом диапазоне.

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество дней
4,272727	3,657240	1,000000	26,00000	341

На рассматриваемый период приходилось 341 радиовсплесков в сантиметровом диапазоне, со средним значением – 4 радиовсплеска в сутки.

Таблица 7. Количественные характеристики радиовсплесков интенсивностью от 10 до 100 солнечных единиц потока – с.е.п.

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество дней

3,357595	2,251341	0,00	14,00000	316
----------	----------	------	----------	-----

В данном наблюдаемом диапазоне количество радиовсплесков интенсивностью от 10 до 100 с.е.п. составило — 316 случаев, при этом среднее количество за сутки — 3 случая.

Таблица 8. Количественные характеристики радиовсплесков интенсивностью от 100 до 1000 солнечных единиц потока – с.е.п.

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество дней
17,56873	16,96108	0,00	96,00000	371

Радиовсплески большей интенсивности (от 100 до 1000 с.е.п.) наблюдались незначительно чаще - 371 случая с максимальным средним количеством за сутки — 17.

Внезапные ионосферные возмущения (SID)

В данной характеристике база данных также находится в пределах исследуемого временного периода.

Таблица 9. Количественные характеристики внезапных ионосферных возмущений

Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	Количество
9,846774	11,67533	0,00	92,00000	372

Общее количество наблюдаемых внезапных ионосферных возмущений составило — 372 случая, их среднее значение за день — чуть больше 9.

Интегральный радиопоток диска Солнца на длине волны 10.7см

Индекс солнечной активности $F_{10.7}$ характеризует среднесуточный поток радиоизлучения Солнца на длине волны 10.7 см.

На рис. 2 предоставлен линейный график радиопотока диска Солнца на длине волны 10,7 см. На нем видно 3 цикла солнечной активности: 23, 24 и 25 по счету. Рассматриваемый период располагается в максимуме солнечной активности 23 цикла. По сравнению со следующими циклами — 23 наиболее мощный. В целом 23 цикл имеет 2 максимума, при этом второй выражен ярче, что прослеживается и в других циклах.

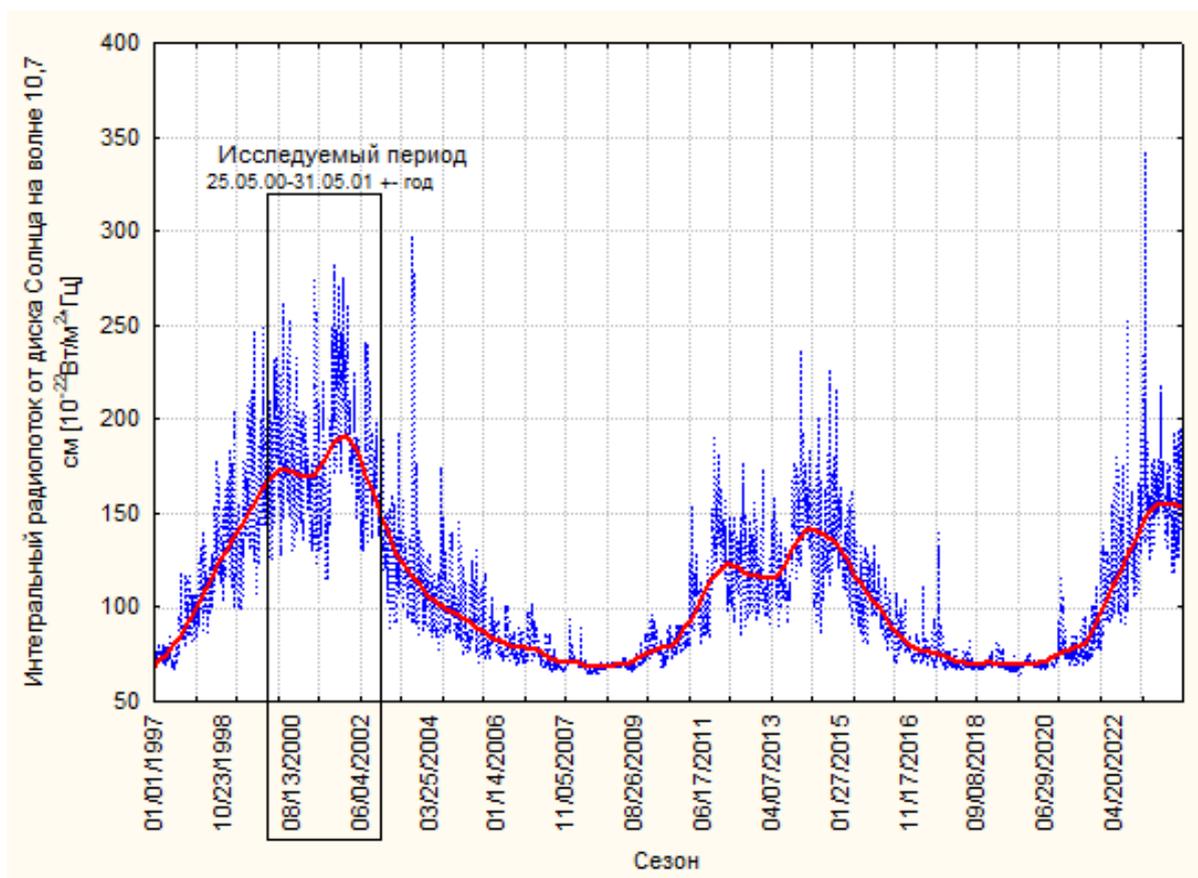


Рисунок 2. Линейный график интегрального радиопотока диска Солнца на волне 10.7см

Вспышки на Солнце

Таблица 10. Характеристики Солнечных вспышек

Хар-ка	Количество дней	Среднее	Сумма	Минимум	Максимум	Ст. отклонение
С	7822	1,9870	15542	0	30	3,3995

Хар-ка	Количество дней	Среднее	Сумма	Минимум	Максимум	Ст. отклонение
М	7822	0,2076	1624	0	11	0,7469
Х	7822	0,0144	113	0	3	0,1325
s	7671	2,6659	20450	0	55	4,9556
1	7671	0,1733	1329	0	7	0,5590
2	7671	0,0315	242	0	4	0,1939
3	7671	0,0043	33	0	2	0,0674

Из таблицы 10 видно, что наибольшее число солнечных вспышек имели балл С – было много слабых вспышек в диапазоне Рентгена. Затем по количеству случаев идут вспышки М и Х со значительным разрывом до 2 порядков. На рисунке 3 видно, что вспышки балла С в среднем имеют интенсивность $5 \cdot 10^{-3}$ эрг/(см²*сек), при этом максимум достигал $26 \cdot 10^{-3}$ эрг/(см²*сек).

Рассматривая баллы вспышки по площади, можно отметить, что самыми частыми являются вспышки - s. Затем по количеству случаев по уменьшению количества случаев идут вспышки 1, 2, 3 со значительным разрывом уже до 3 порядков.

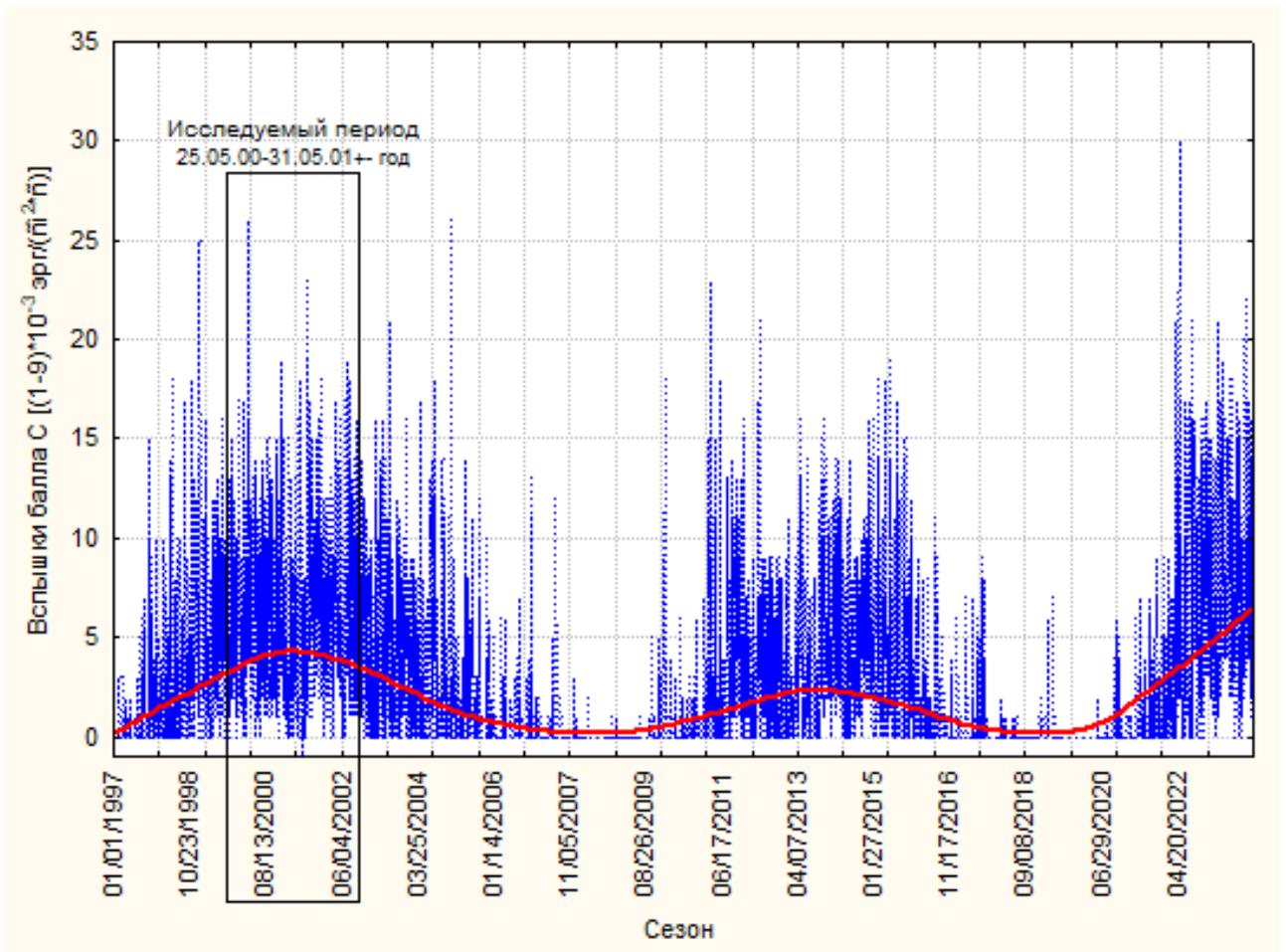


Рисунок 3. Линейный график хода вспышек балла С.

Геомагнитное поле

Определили напряженность каждой из трех компонент геомагнитного поля. Измерение вариаций геомагнитного поля производится в наноТеслах.

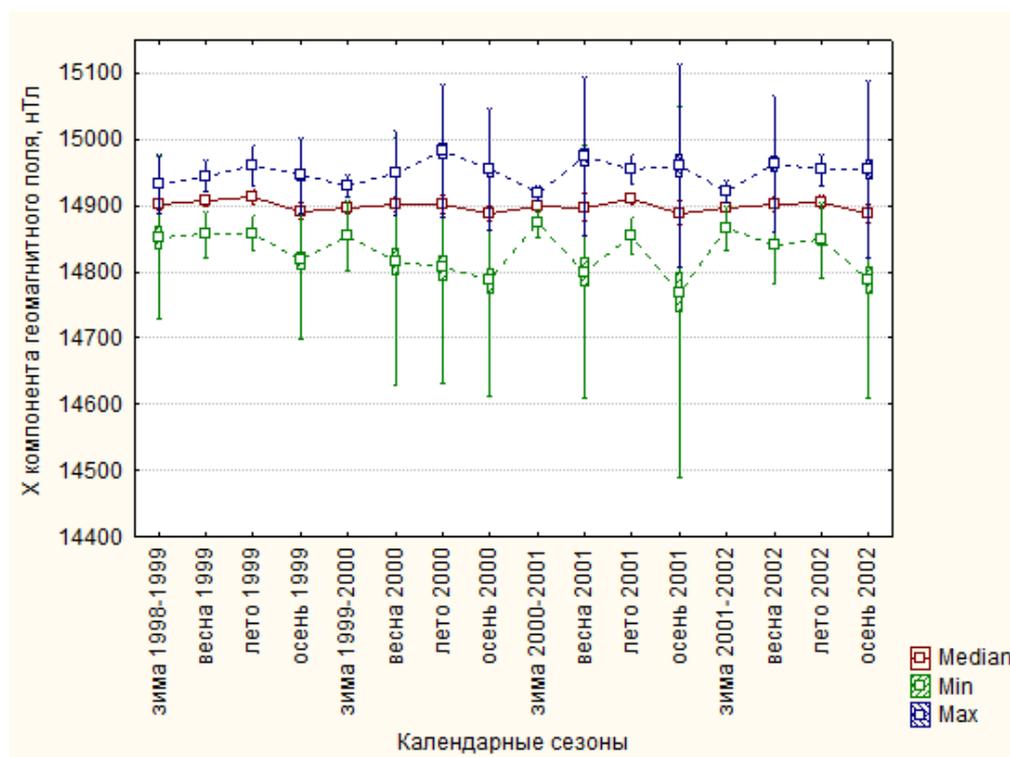


Рисунок 4. Временной ход X-компоненты геомагнитного поля на Широте Санкт-Петербурга

Ось X направлена по меридиану к северу. Из графика видно, что значения X компоненты со временем не значительно изменяются в пределах 14900 нТл. Локальные минимумы обычно наблюдаются в осенние сезоны, а максимумы в летние.

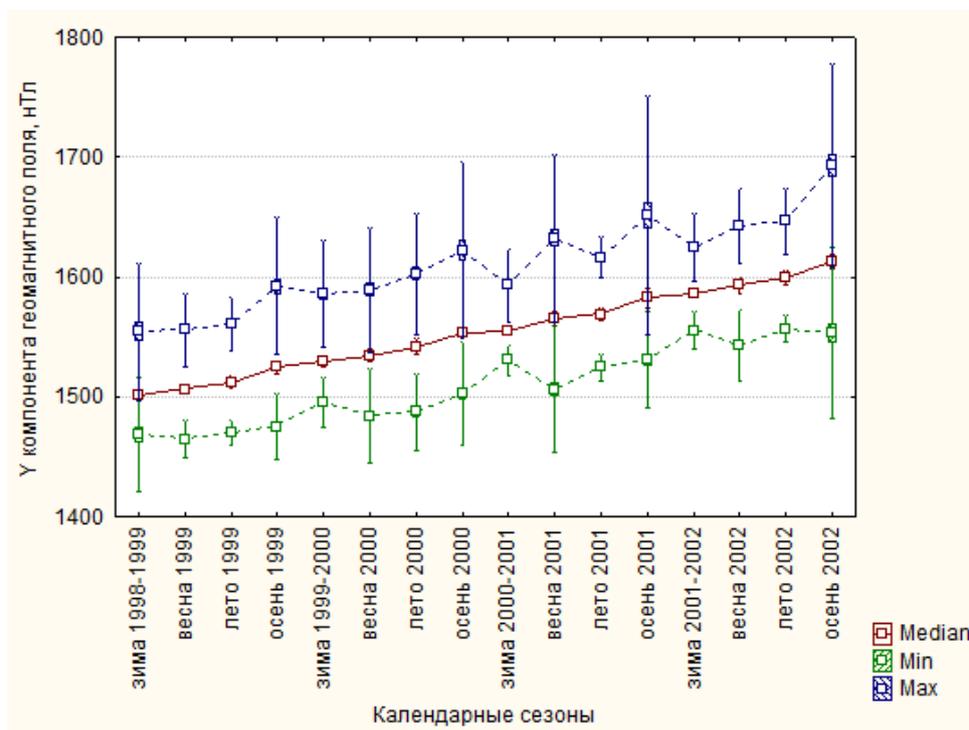


Рисунок 5. Временной ход Y-компоненты геомагнитного поля на Широте Санкт-Петербурга

Ось Y направлена к востоку. Из графика видно, что величина Y-компоненты со временем увеличивается более чем на 1000 нТл

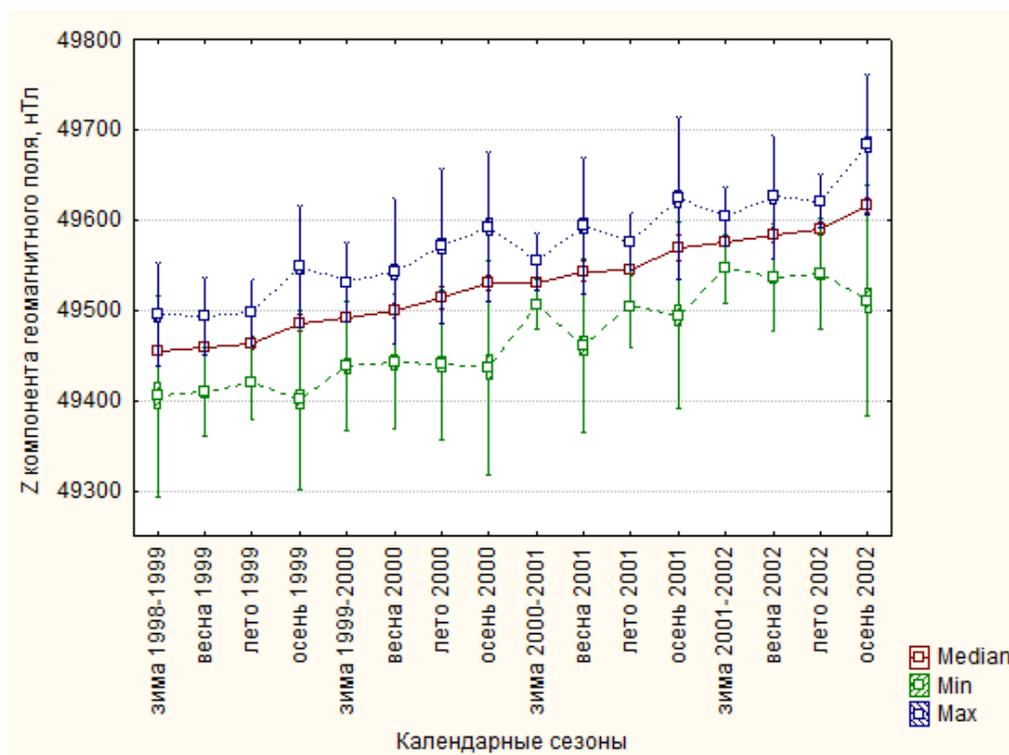


Рисунок 6. Временной ход Z-компоненты геомагнитного поля на Широте Санкт-Петербурга

Ось Z направлена вниз по вертикали. Из графика видно, что величина Z-компоненты, так же, как и Y-компоненты со временем увеличивается более чем на 1000 нТл.

Индекс интенсивности ультрафиолетового излучения, измеренный на верхней границе атмосферы

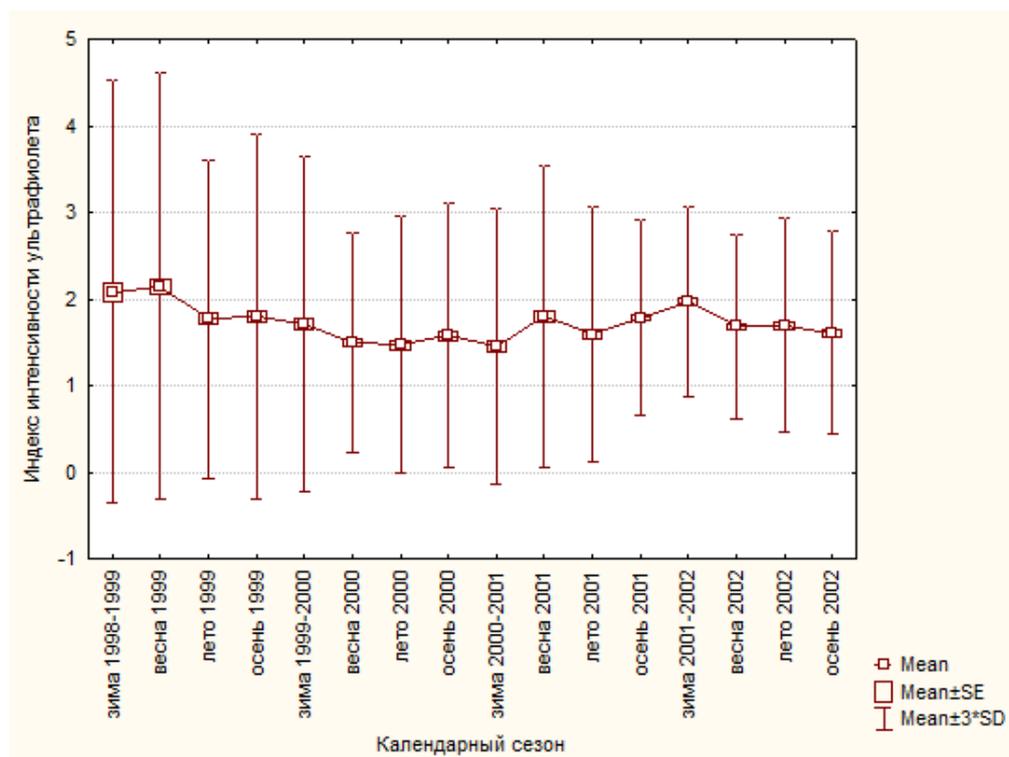


Рисунок 7. Индекс интенсивности ультрафиолетового излучения на верхней границе атмосферы.

По графику видно, что величина индекса мало изменяется в пределах от 1 до 2. При этом спады приходятся на зиму 1999–2000 и зиму 2001-2002.

Mg II индекс — показывает интегральность потока измеряемого ультрафиолетового излучения. Он рассчитан как отношение излучений с числителем, состоящим из среднего значения выборок трех последовательных длин волн, и знаменателем, состоящим из среднего двух последовательных длин волн, равномерно отдалённых на 3нм от основных длин волн.

Выводы по космической погоде

Была составлена база данных космической погоды для 79 характеристик. На ее основе были отрисованы межгодовые хода параметров состояния космической погоды.

Можно сделать следующие выводы:

1. Рассматриваемый период располагается в максимуме солнечной активности 23 цикла. По сравнению со следующими циклами 23 более мощный. В целом 23 цикл имеет 2 локальных максимума, при этом второй ярче выражен.

2. Наблюдалось большое количество солнечных вспышек в диапазоне Рентгена баллом С, имеющих наименьшее значение интенсивности, и вспышек балла s, площадью менее 100 млн. доли полусферы.

3. Величина X-компоненты геомагнитного поля со временем не значительно варьирует в пределах 14900 нТл. Локальные минимумы наблюдаются в осенние сезоны, а максимумы — в летние. При этом значения Y и Z-компоненты со временем увеличивается более чем на 1000 нТл.

Изучение хода изменения параметров космической погоды позволит усовершенствовать методы прогнозирования будущего состояния атмосферы как для метеорологии в целом, так и для смежных с ней областей науки, таких как биометеорология.

Данные о земной погоде взяты из архива gr5.ru с 1998 по 2002 год и пересчитаны на суточные статистики (среднее, минимум, максимум, характеристики разброса) значений температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости ветра и баллов облачности, температуры точки россы, дефицита точки россы.

В данной работе мы рассмотрели 10 параметров земной погоды, включая как вышеперечисленные характеристики, так и дополнительные: содержание кислорода в атмосферном воздухе, градиент напряженности и коэффициент униполярности атмосферного электрического поля. Данные параметры были выбраны, как наиболее распространённые для использования в смежных с метеорологией науках и обыденной практике. При этом для более детального анализа были исследованы не только сами величины данных параметров, но и их суточные статистики: медиана, максимум, минимум, размах величины (амплитуда), стандартное отклонение (сигма), коэффициенты осцилляции и вариации.

Общий фон земной погоды рассматривался не только в рассматриваемые года, для которых имелись медицинские данные, но и за предшествующий и следующий год за рассматриваемый период. Это было сделано с целью выяснить был ли исследуемый период аномальный в целом или на организм человека влияли единичные изменения того или иного параметра

Температура воздуха

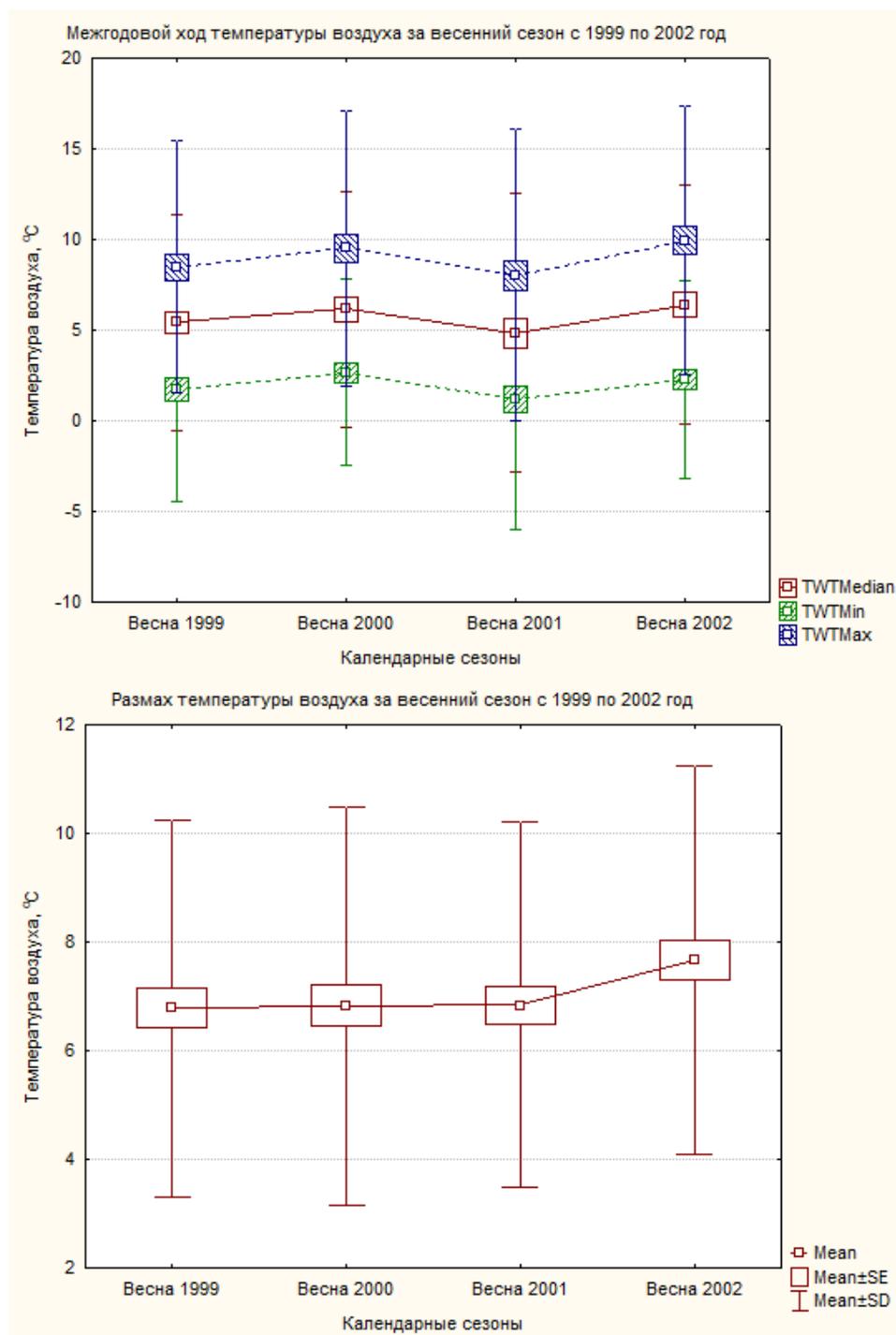


Рисунок 8. Межгодовой ход температуры воздуха и амплитуды за весенний сезон

За рассматриваемый период четырех лет температура воздуха за весенний сезон изменялась в пределах $(5-7)^\circ\text{C}$, при этом наибольшая амплитуда изменений температуры воздуха заметна весной 2002 года.

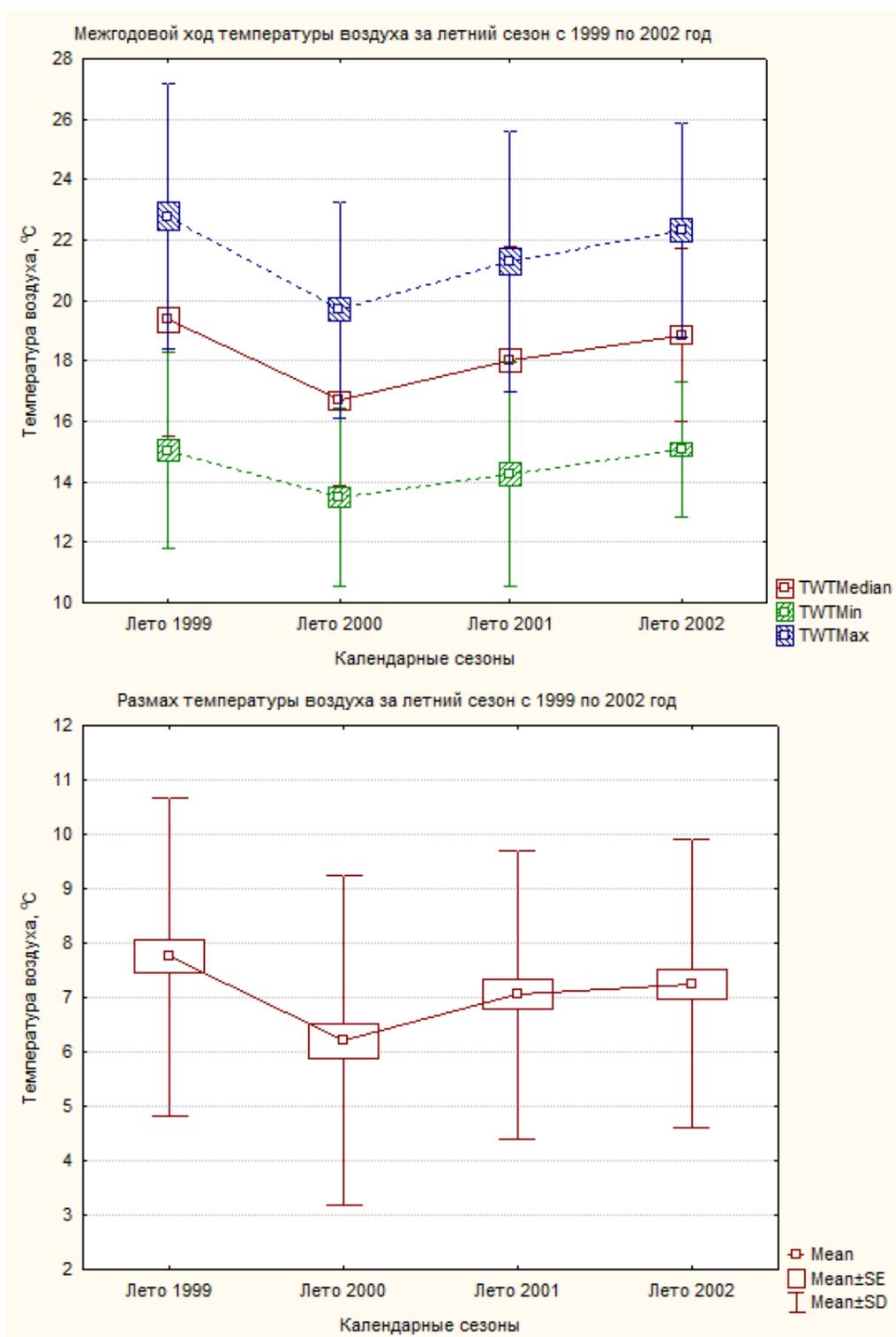


Рисунок 9. Межгодовой ход температуры воздуха и амплитуды за летний сезон

За рассмотренные 4 года лето 2000 года являлось наиболее холодным, со средней температурой около 17 °С. При этом и амплитуда изменений температуры воздуха была наименьшей.

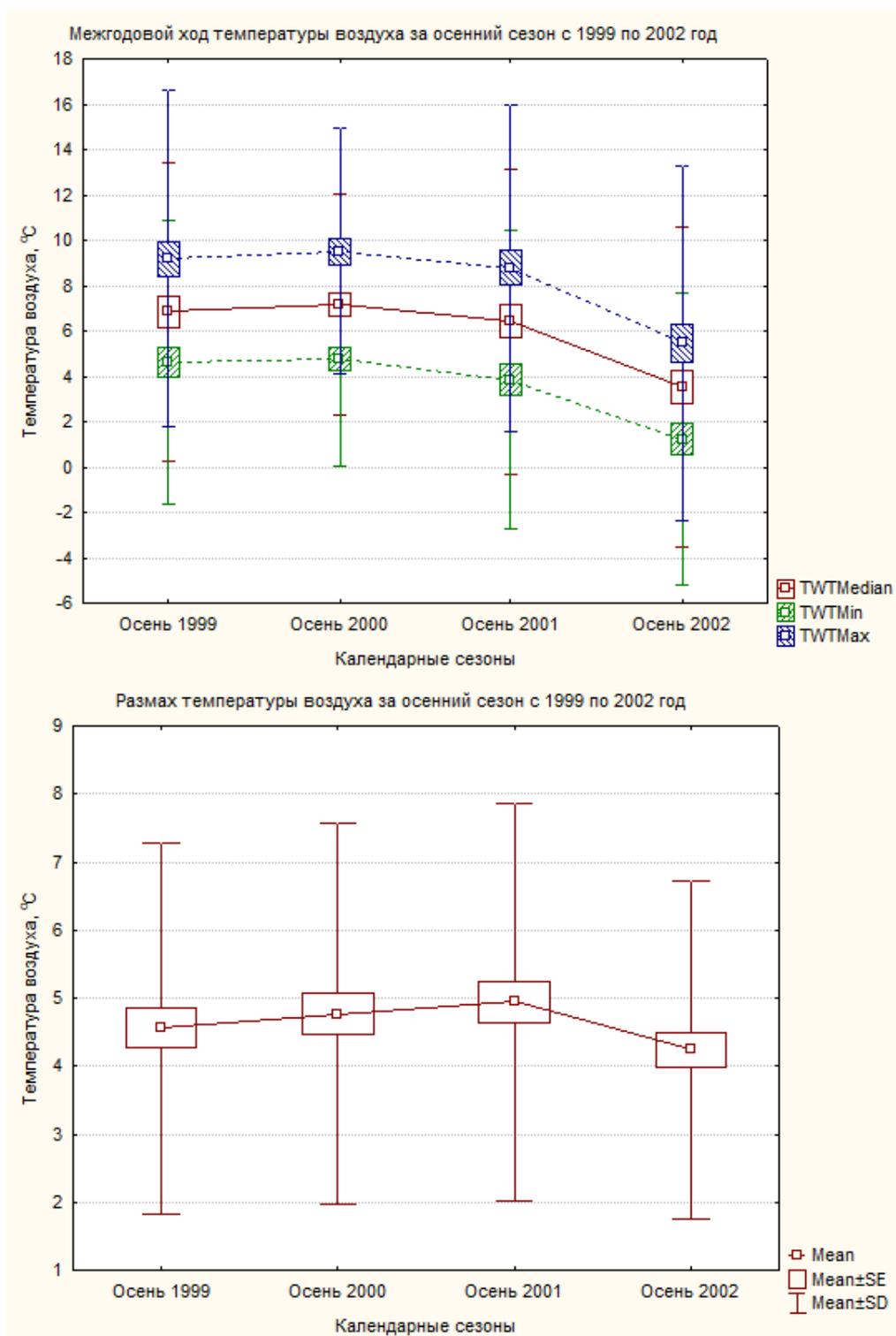


Рисунок 10. Межгодовой ход температуры воздуха и амплитуды за осенний сезон

Осень 2002 года отличалось пониженной температурой воздуха, относительно рассматриваемого промежутка времени, которая составила около 4 °C, амплитуда изменений данного параметра так же была наименьшей. Самой теплой стала осень 2000 года.

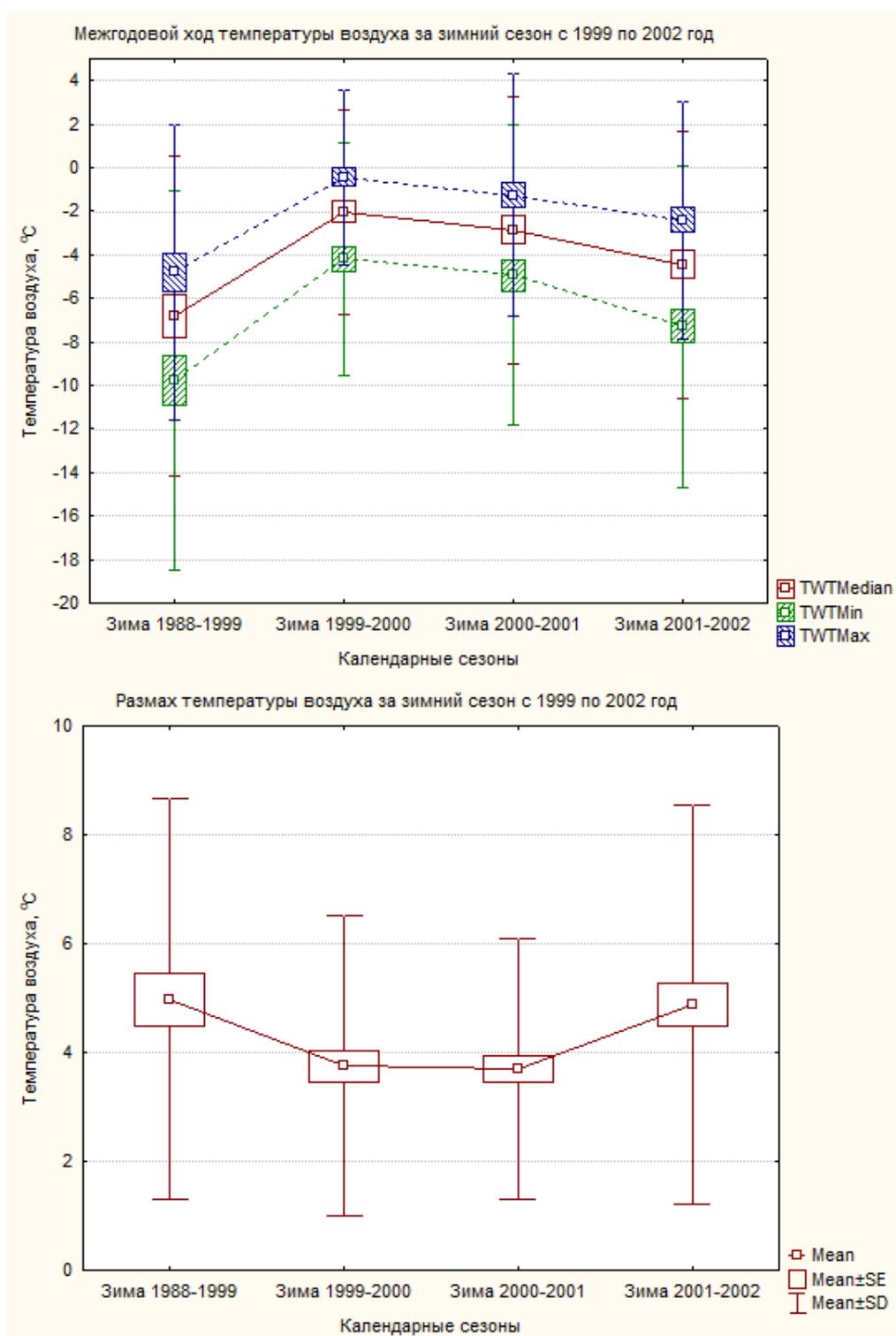


Рисунок 11. Межгодовой ход температуры воздуха и амплитуды за зимний сезон

Две зимы с 1999 по 2001 год отмечены повышенной температурой воздуха, относительно рассматриваемого промежутка времени, которая составила около 3 °C мороза, и наименьшей амплитудой изменений температуры воздуха.

Относительная влажность воздуха

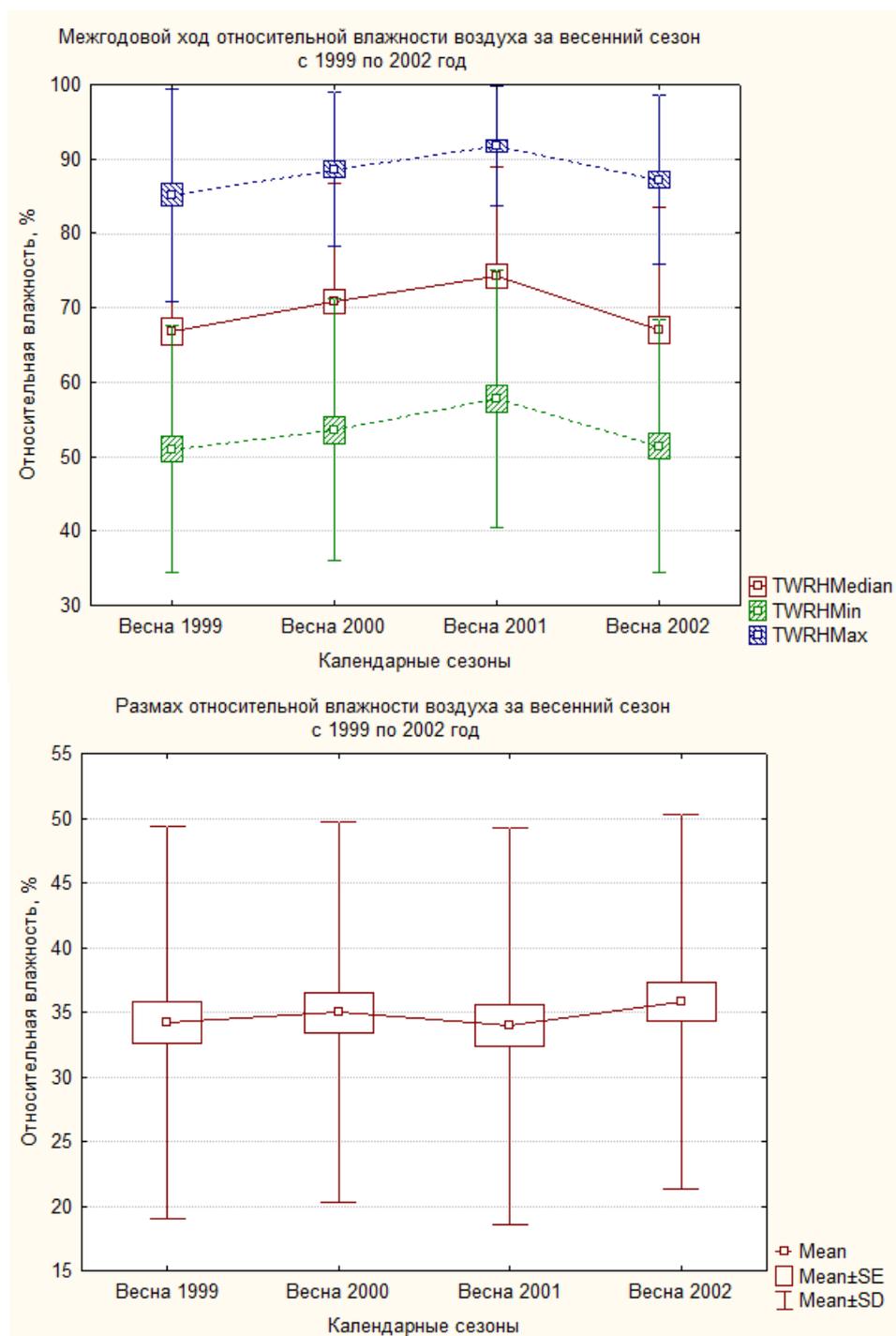


Рисунок 12. Межгодовой ход относительной влажности и амплитуды за весенний сезон

Весна 2001 года отличалась повышенным значением относительной влажности воздуха, при этом амплитуда изменений величины за все 4 года была в пределах 35%.

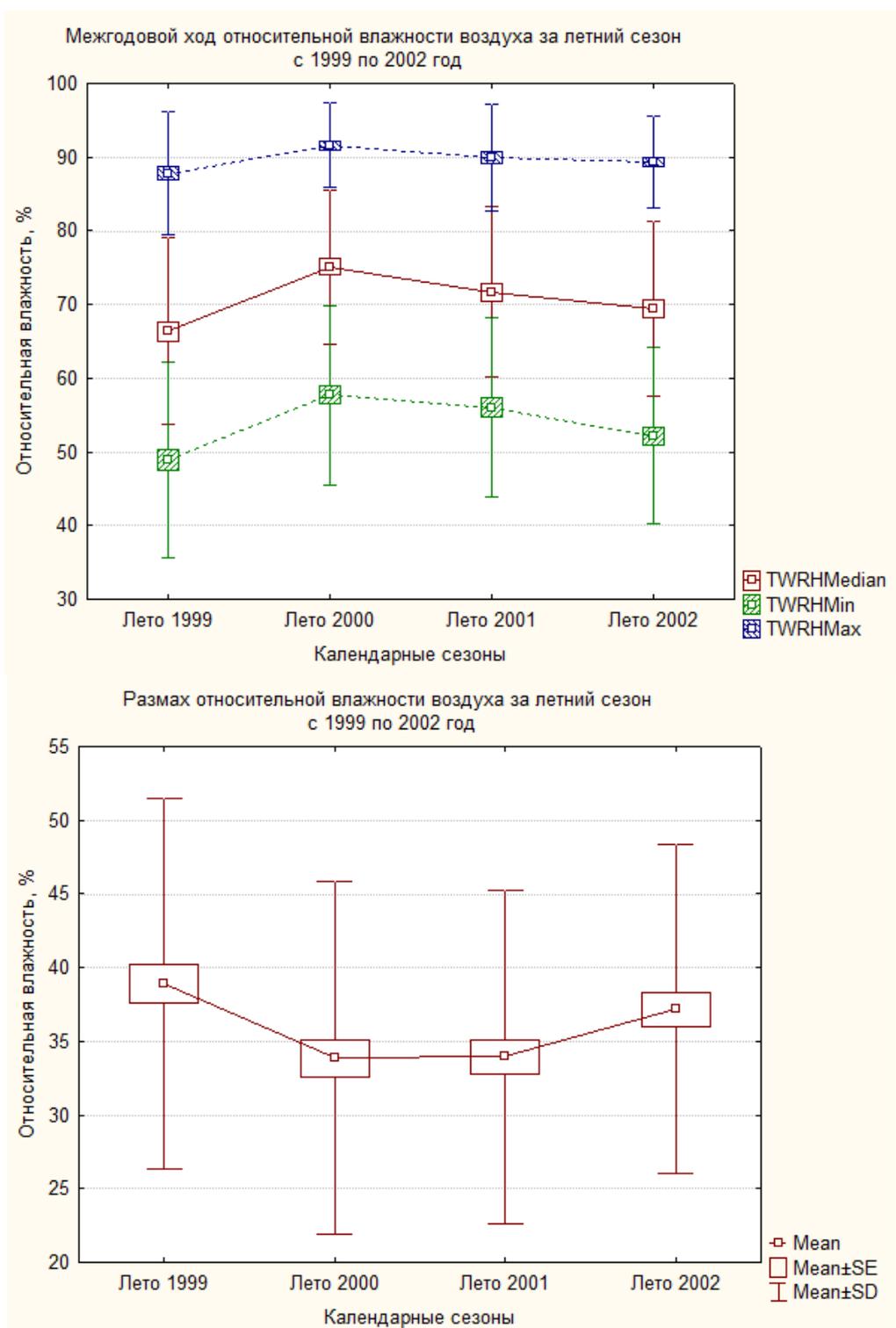


Рисунок 13. Межгодовой ход относительной влажности и амплитуды за летний сезон

Лето 2000 года отличалось повышенным значением относительной влажности воздуха, при этом амплитуда изменений величины за лето 2000 и 2001 года были минимальны за рассматриваемый период времени.

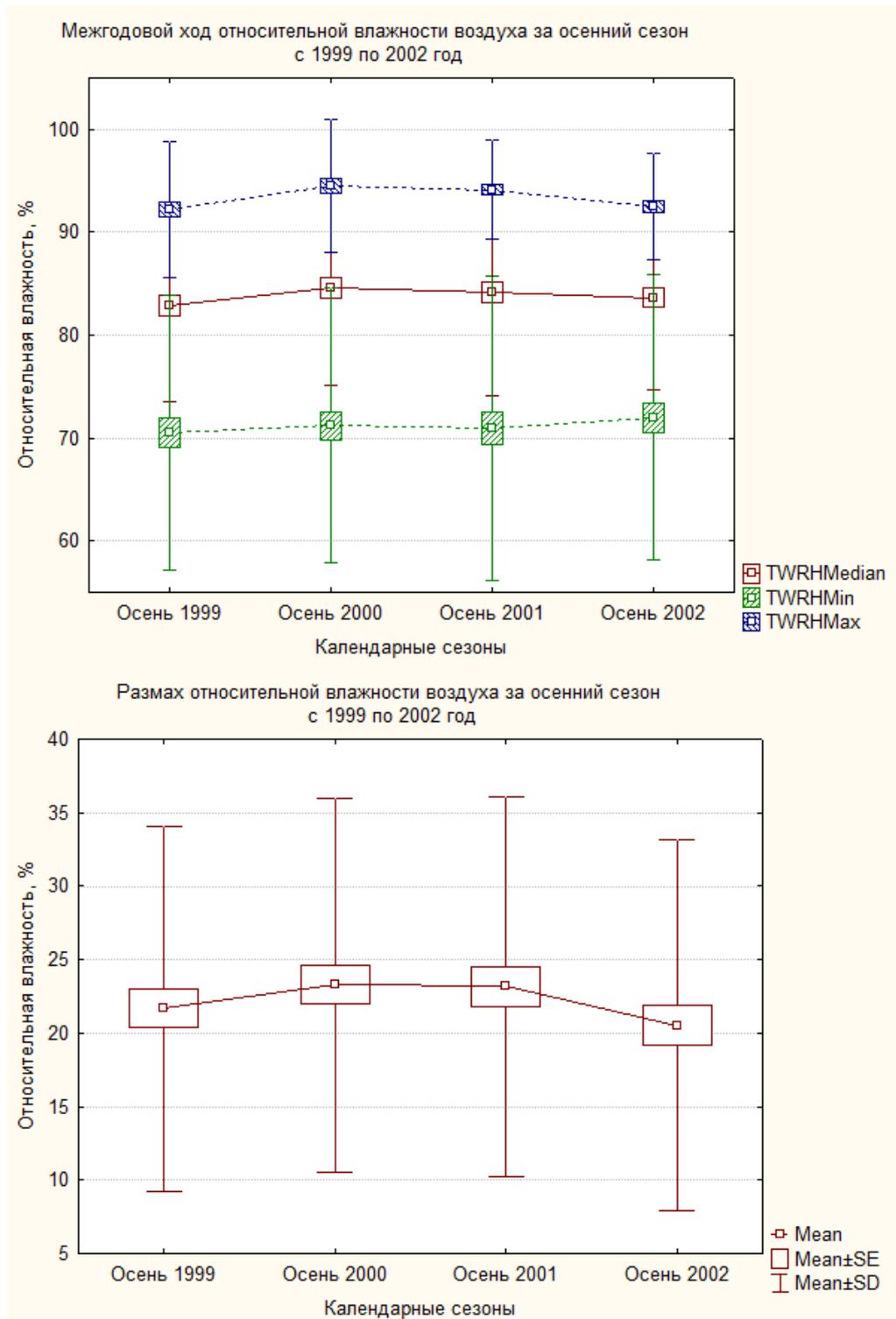


Рисунок 14. Межгодовой ход относительной влажности и амплитуды за осенний сезон

Осень 2000 и 2001 года отличались незначительным повышенным значением относительной влажности воздуха, так же как и амплитуда изменений значений.

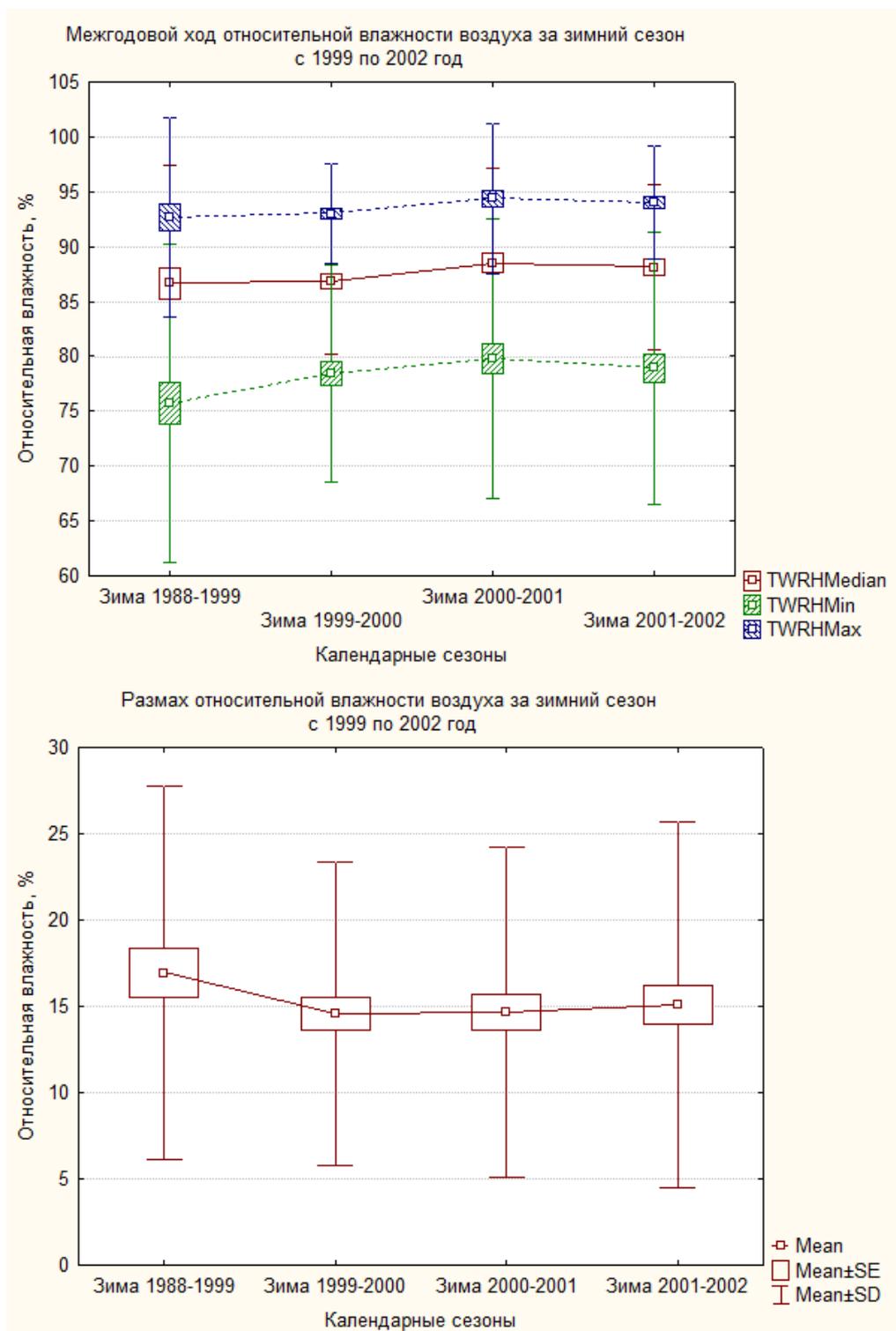


Рисунок 15. Межгодовой ход относительной влажности и амплитуды за зимний сезон

Зима 2001-2002 года отличались незначительным повышенным значением относительной влажности воздуха, так же как и амплитуда изменений значений.

Атмосферное давление

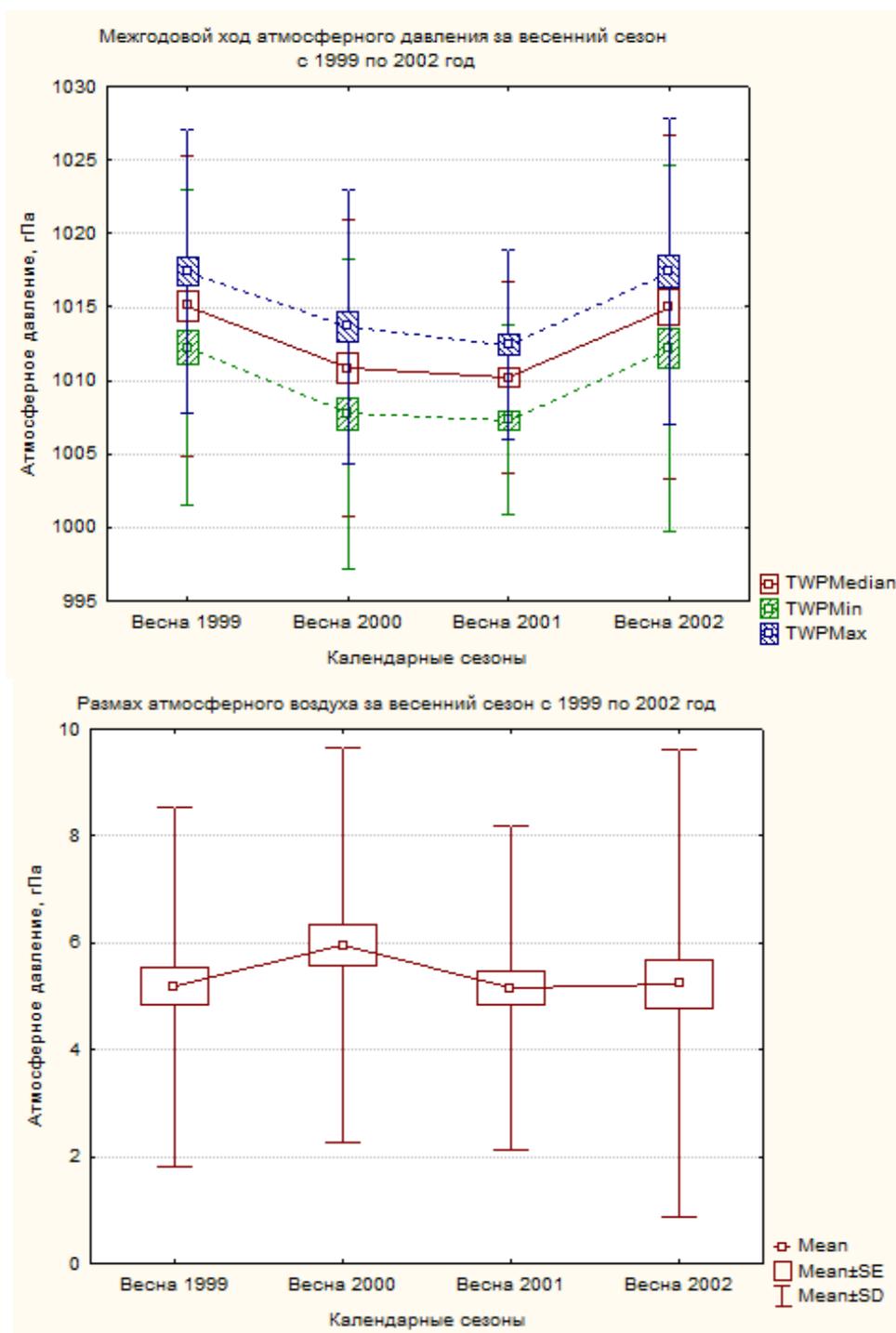


Рисунок 16. Межгодовой ход атмосферного давления и амплитуды за весенний сезон

Весной 2000 и 2001 года заметно повышенное значение атмосферного давления, при этом только в 2001 заметна наибольшая амплитуда изменений значений атмосферного давления относительно рассматриваемого периода.

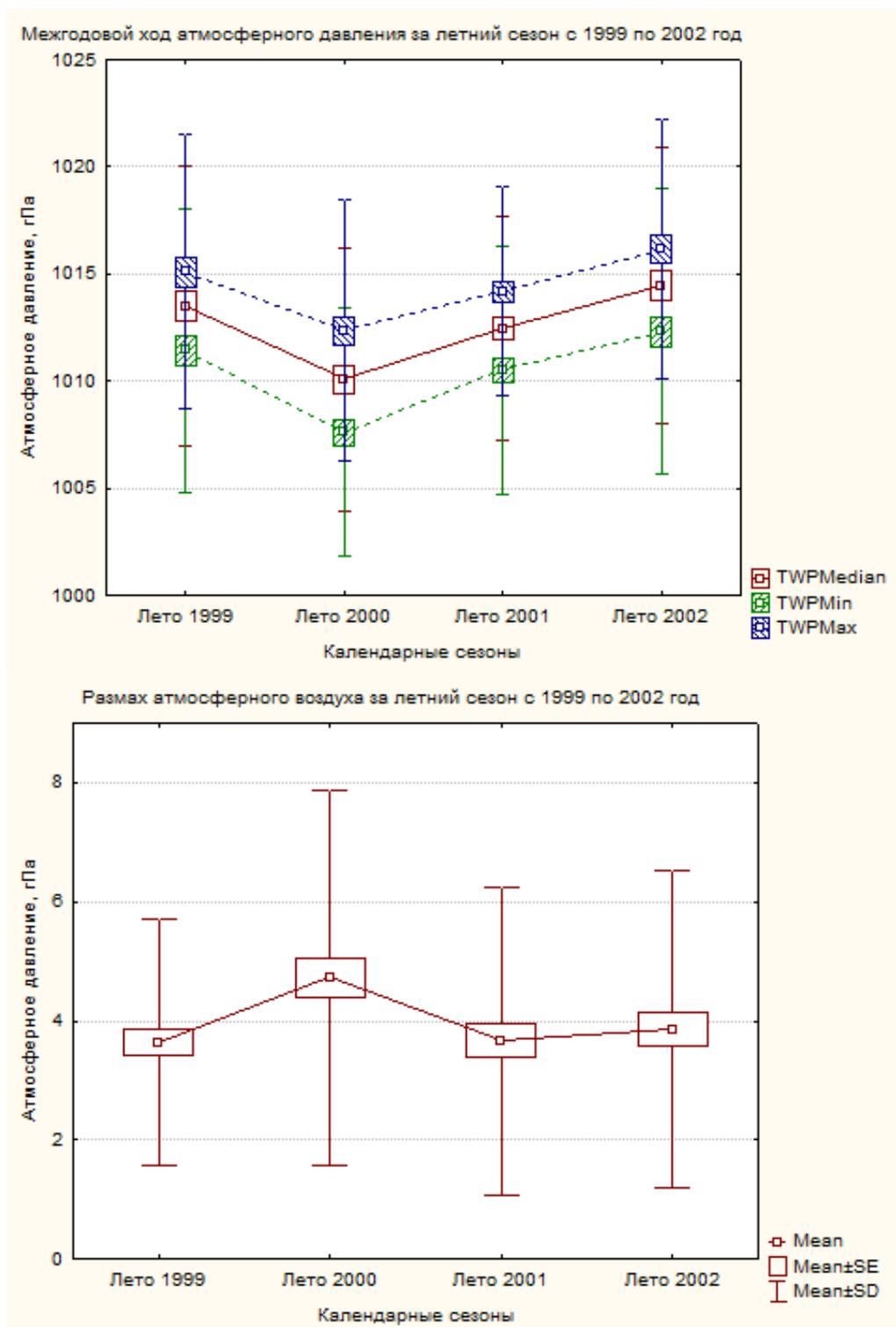


Рисунок 17. Межгодовой ход атмосферного давления и амплитуды за летний сезон

Лето 2000 имеет пониженное значение атмосферного давления и наибольшую амплитуду изменений относительно рассматриваемого периода.

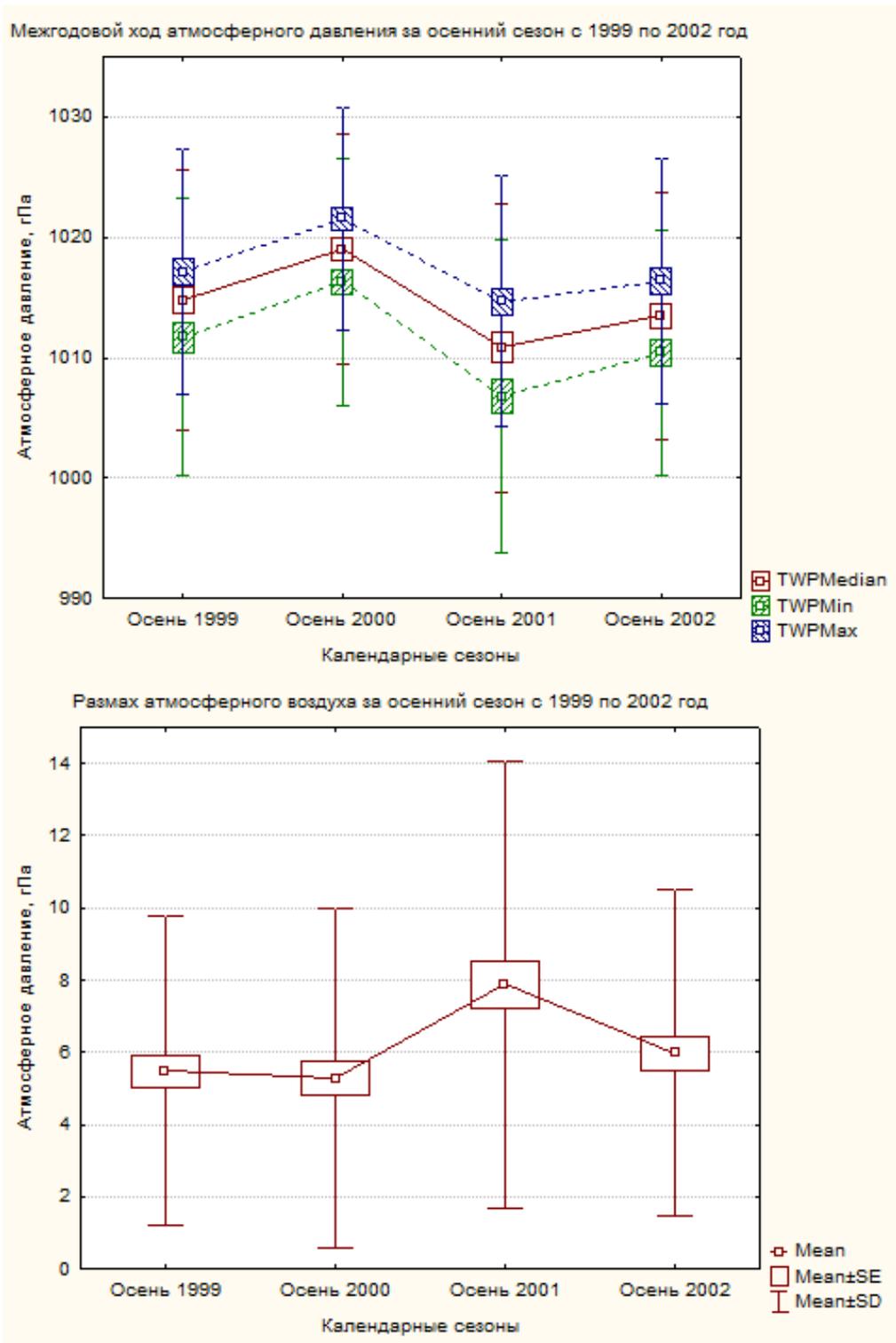


Рисунок 18. Межгодовой ход атмосферного давления и амплитуды за осенний сезон

Осень 2000 и 2001 года отличались повышенным и пониженным значением атмосферного давления соответственно, при этом только в 2001 году наблюдается наибольшая амплитуда изменений значений относительно рассматриваемого периода.

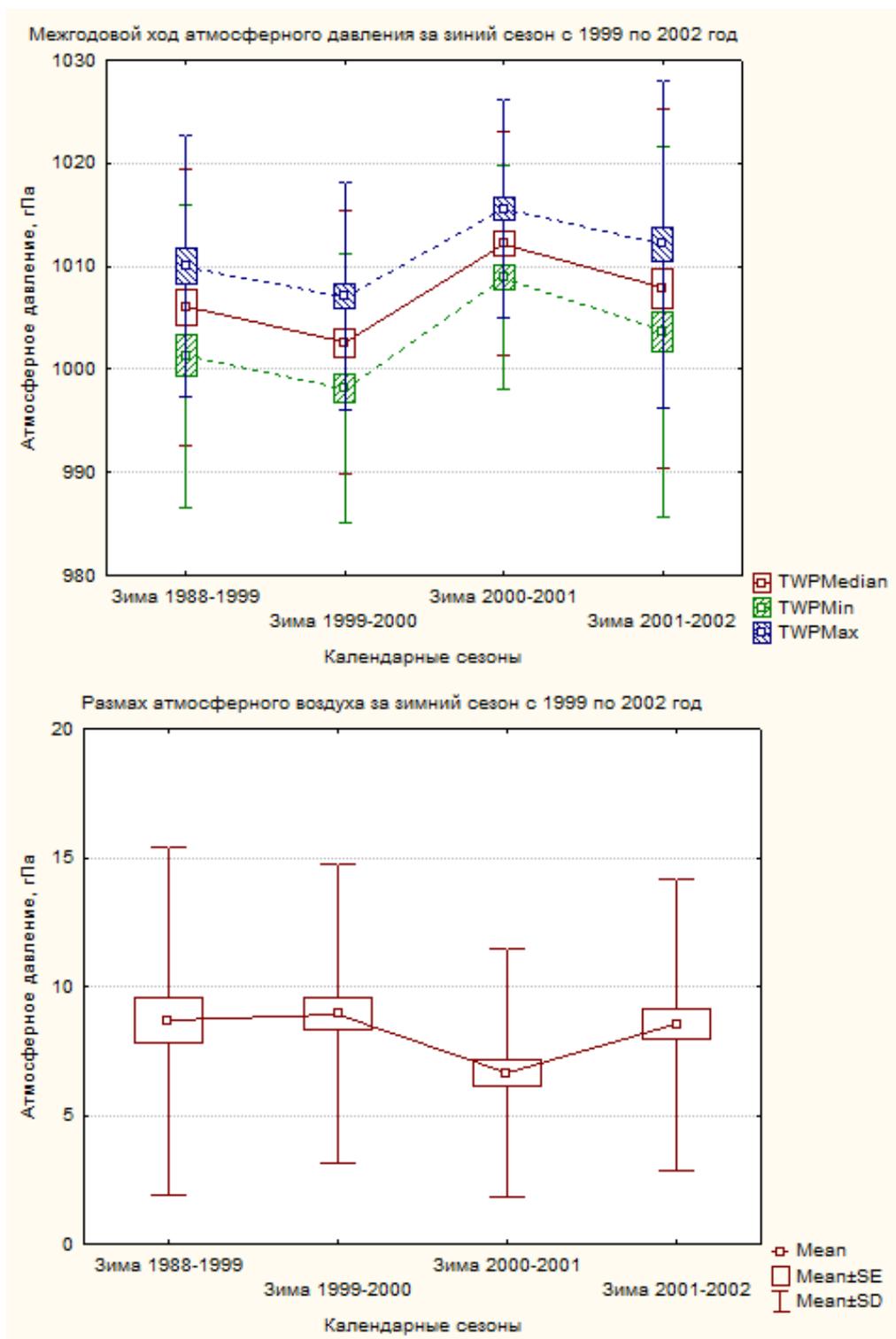


Рисунок 19. Межгодовой ход атмосферного давления и амплитуды за зимний сезон

Зимний сезон отзеркаливает ход атмосферного давления относительно осеннего сезона. Так 2000 и 2001 года отличались уже пониженным и повышенным значением атмосферного давления соответственно, при этом в

2001 году наблюдается наименьшая амплитуда изменений значений относительно рассматриваемого периода.

Скорость ветра и облачность

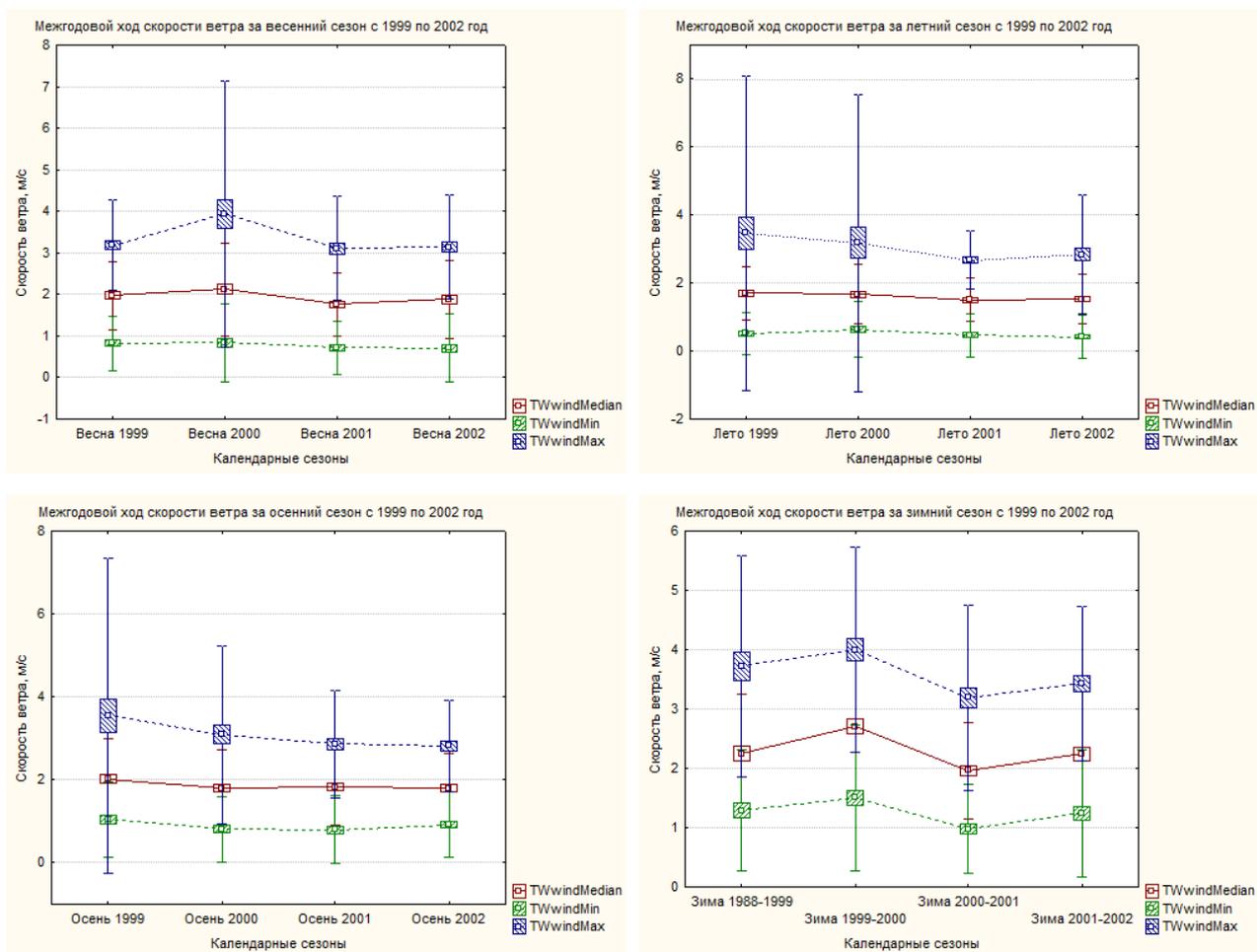


Рисунок 20. Межгодовой ход скорости ветра за рассматриваемый период

Из рисунка 13 видно, что скорость ветра во все рассматриваемые годы с весны по осень была около 2 м/с. Однако, зимний сезон отличается ярко выраженным повышением и понижением скорости ветра зимой 1999–2000 и 2000-2001 года, соответственно.

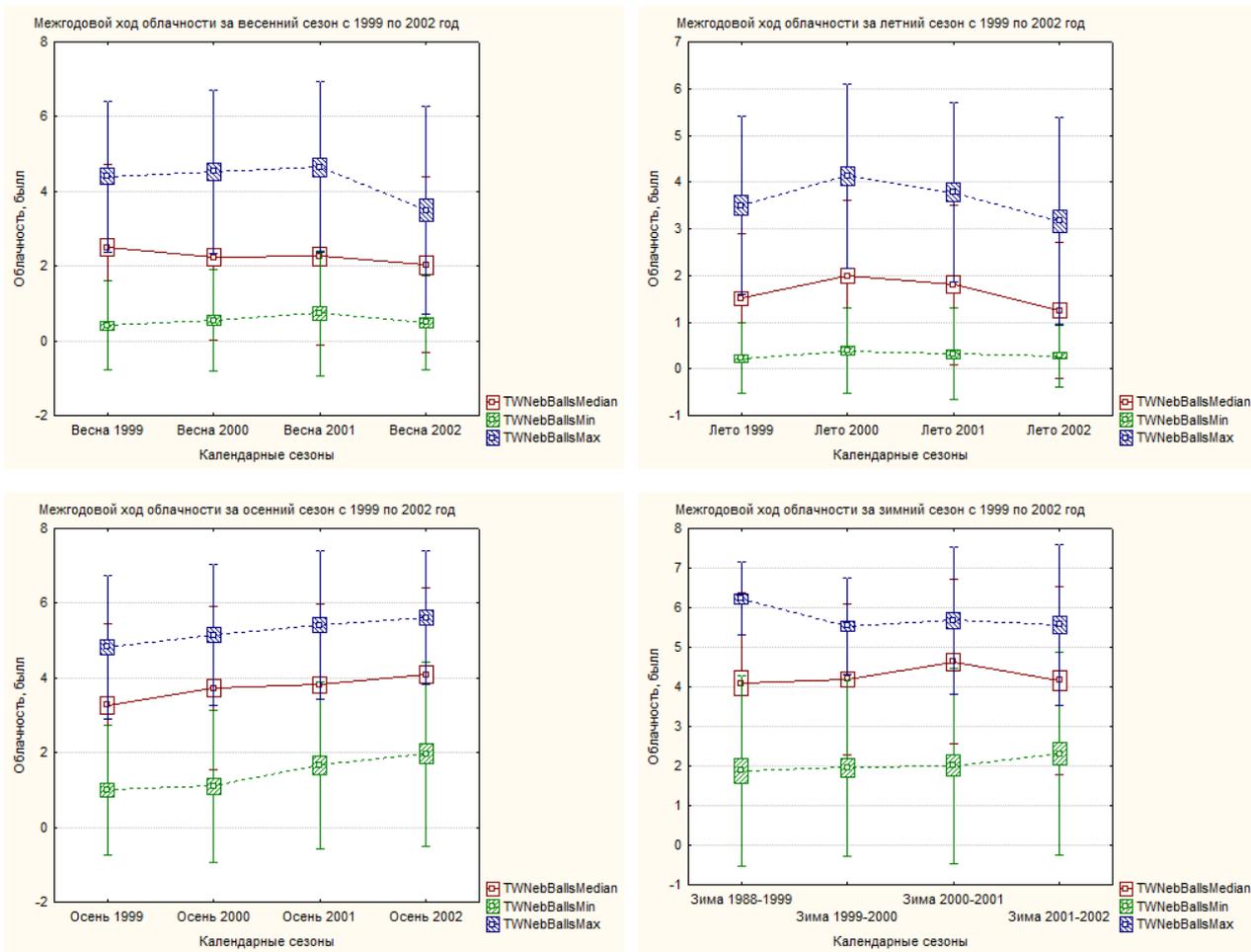


Рисунок 21. Межгодовой ход облачности и амплитуды за рассматриваемый период

Из рисунка 14 видно, что если рассматривать по сезонам, то наиболее облачные сезоны – осень и зима, наименее облачные сезоны – весна и лето.

Температура точки росы

Данный параметр не является популярным, с точки зрения общего прогноза погоды для среднестатистического человека. Данный факт не означает, что изменения в значениях температуры точки росы не может найти связь с изменениями в организме человека. Поэтому его так же тщательно стоит наблюдать и исследовать в подобных работах.

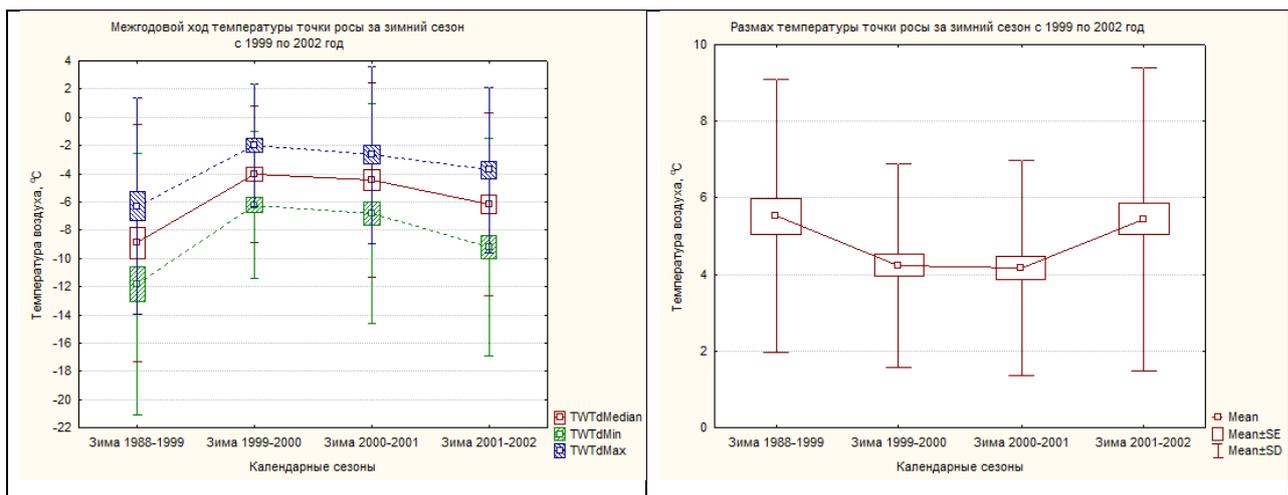


Рисунок 22. Межгодовой ход температуры точки росы и амплитуды за зимний сезон

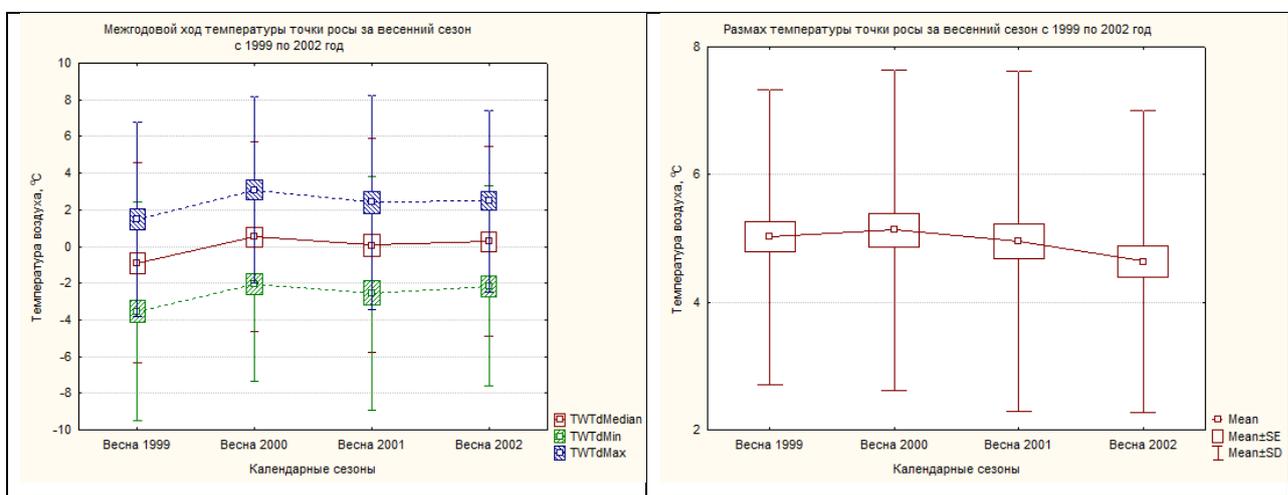


Рисунок 23. Межгодовой ход температуры точки росы и амплитуды за весенний сезон

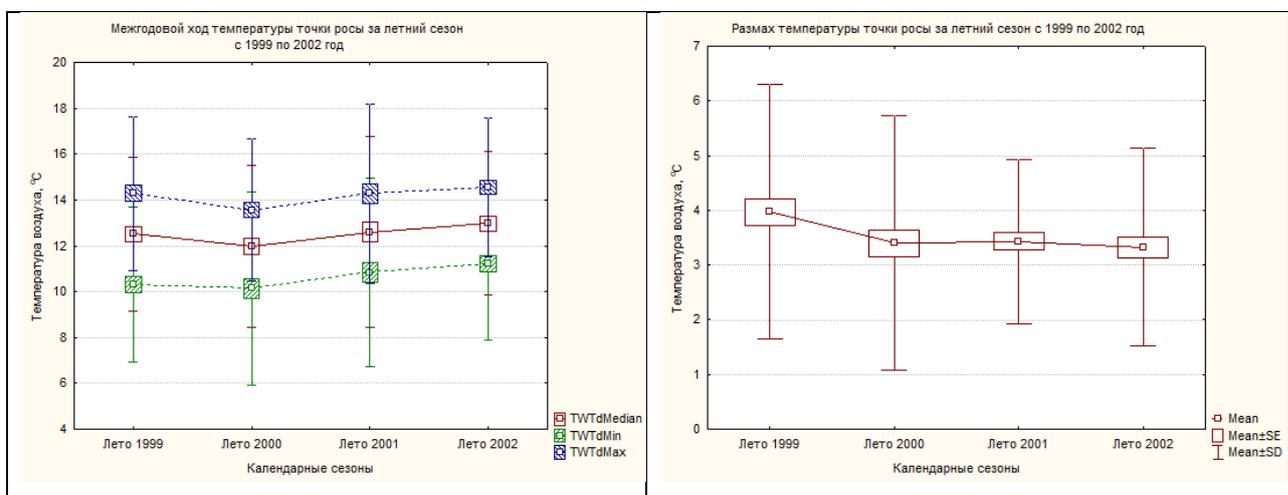


Рисунок 24. Межгодовой ход температуры точки росы и амплитуды за летний сезон

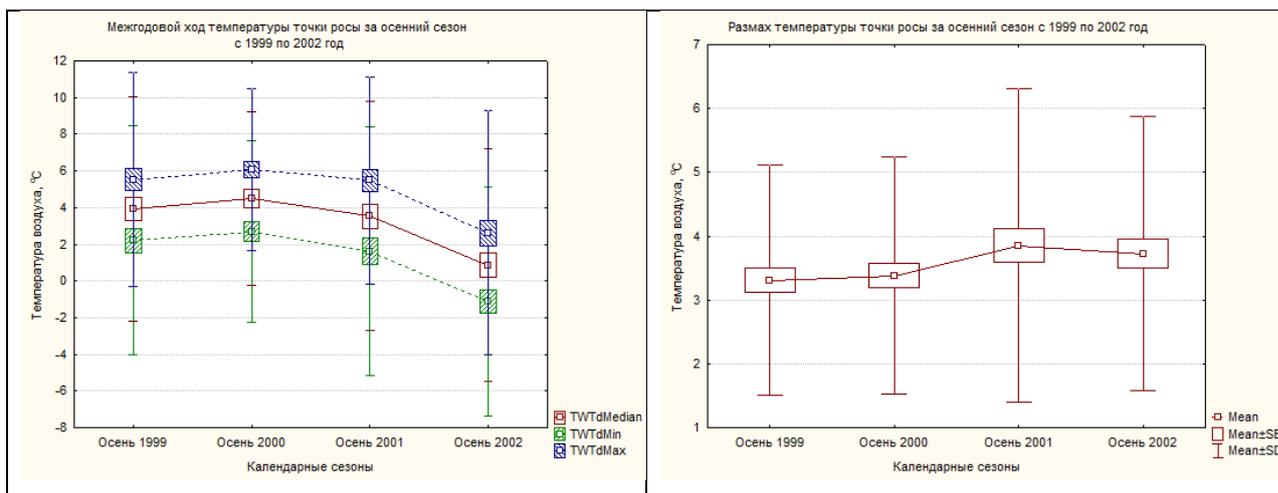


Рисунок 25. Межгодовой ход температуры точки росы и амплитуды за осенний сезон

Из рисунка 22 видно, что температура точки росы зимой 1999-2000 2000-2001 года была более чем на 2°C выше предшествующей и последующей зимы, при этом ее амплитуда составляла 4°C , что весьма много для данной величины.

Из рисунка 23 видно, что температура точки росы весной 2000 года была на 1°C выше предшествующей весны, при этом ее амплитуда составляла 5°C , что весьма много для данной величины. В последующие года температура сохраняла значения около 0°C .

Из рисунка 24 видно, что температура точки росы летом 2000 года имела значение 12°C и стала незначительным минимумом среди четырех лет. Амплитуда колебаний внутри сезона не превысила 4°C .

Из рисунка 25 видно, что температура точки росы осенью 2000 года стала максимумом в рассматриваемом промежутке времени и составляла 4°C . Амплитуда изменений данной величины составила 3°C , так же как и летом.

Исходя из вышесказанного температура точки росы за рассматриваемый временной интервал не отличалась более чем на 4°C от вблизи расположенных годов во все сезоны. Амплитуда колебаний изменений была наибольшей весной 2000 года.

Дефицит температуры точки росы

Аналогично ранее рассматриваемому параметру дефицит температуры точки росы не является популярным, с точки зрения общего прогноза погоды для среднестатистического человека. Поэтому будет интересно его проанализировать в рамках данной работы, т. к. может именно он найдет свое отражение в связи изменений в организме человека и изменений в природной среде.

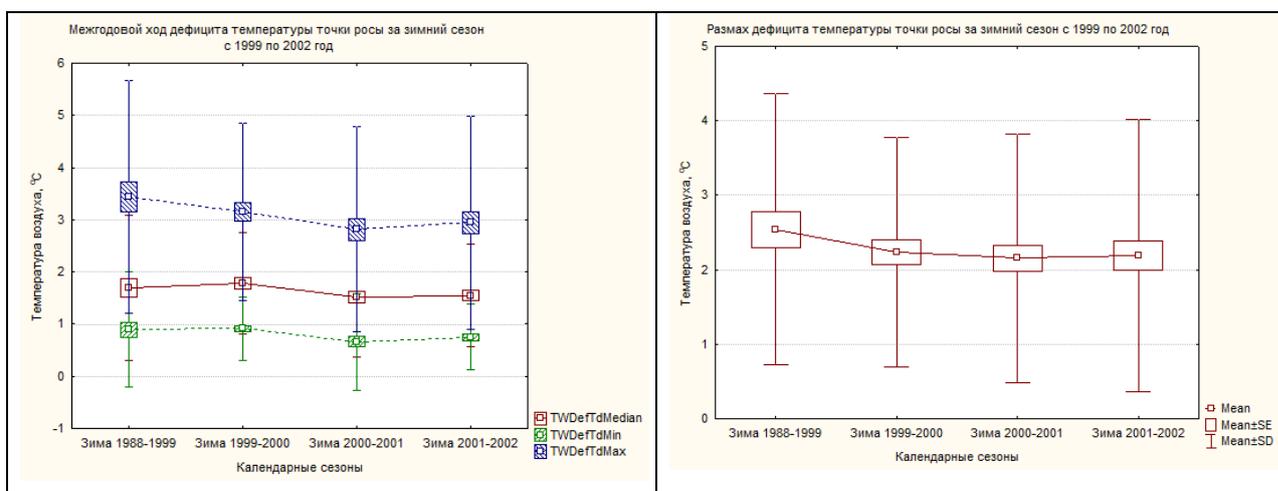


Рисунок 26. Межгодовой ход дефицита температуры точки росы и амплитуды за зимний сезон

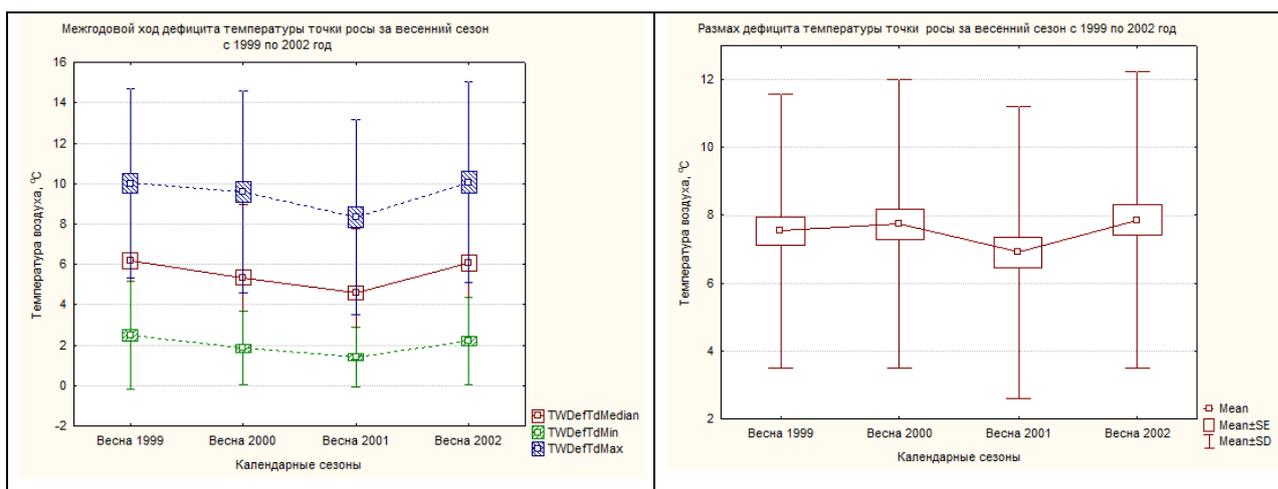


Рисунок 27. Межгодовой ход дефицита температуры точки росы и амплитуды за весенний сезон

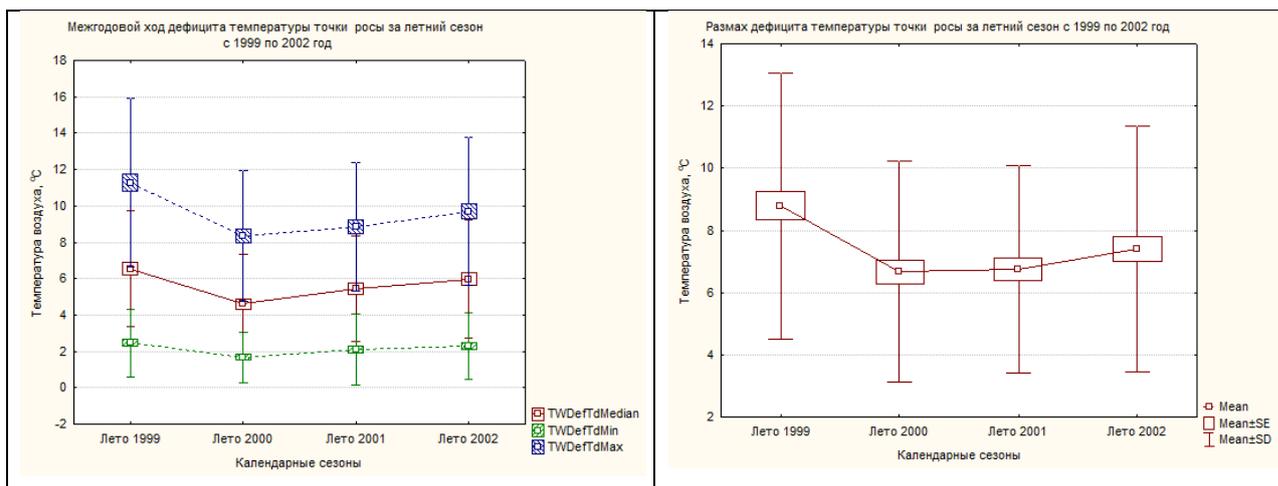


Рисунок 28. Межгодовой ход дефицита температуры точки росы и амплитуды за летний сезон

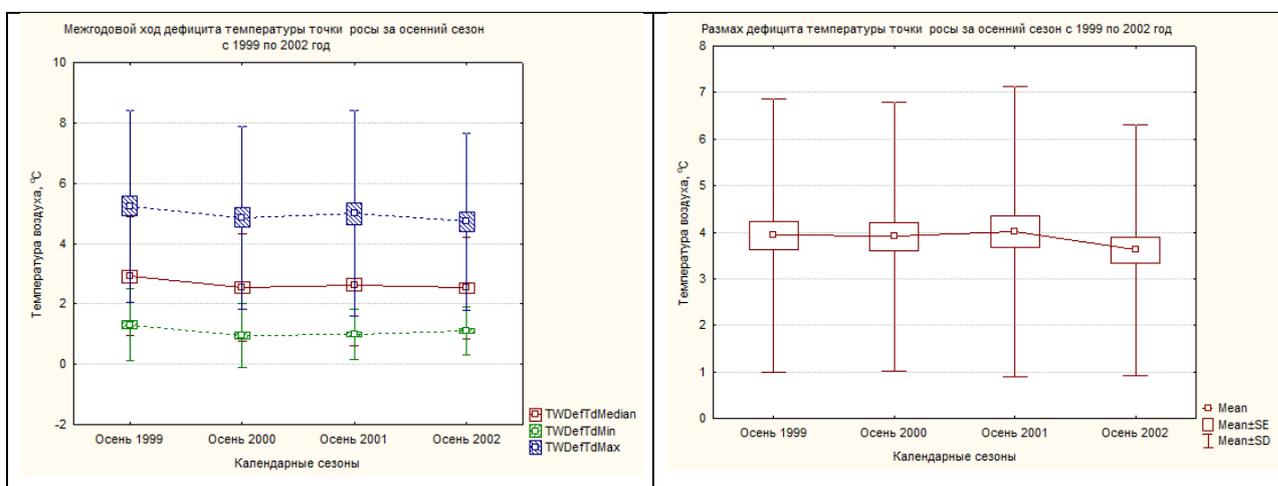


Рисунок 29. Межгодовой ход дефицита температуры точки росы и амплитуды за осенний сезон

Из рисунка 26 видно, что температура точки росы зимой 1999-2000 2000-2001 года была более чем на 2°C выше своих значений предшествующей и последующей зим, при этом ее амплитуда составляла 4°C , что весьма много для данной величины.

Из рисунка 27 видно, что температура точки росы весной 2000 года была на 1°C выше своих значений предшествующей весны, при этом ее амплитуда составляла 5°C , что весьма много для данной величины. В последующие года температура сохраняла значения около 0°C .

Из рисунка 28 видно, что температура точки росы летом 2000 года имела значение 12°C и стала незначительным минимумом среди 4 лет. Амплитуда колебаний внутри сезона не превысила 4 градусов.

Из рисунка 29 видно, что температура точки росы осенью 2000 года стала максимумом в рассматриваемом промежутке времени и составляла 4°C . Амплитуда изменений данной величины составила 3°C , так же как и летом.

Исходя из вышесказанного температура точки росы за рассматриваемый временной интервал не отличалась более чем на 4°C от вблизи расположенных годов во все сезоны. Амплитуда колебаний изменений была наибольшей весной 2000 года.

Вывод по земной погоде

Была составлена база данных земной погоды по значениям температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферному давлению, скорости ветра и баллах облачности. На ее основе были отрисованы межгодовые ходы параметров состояния атмосферы в приземном слое Земли.

Рассмотрев 7 параметров земной погоды, можем сказать, что некоторые из них имеют ярко выраженную изменчивость от года к году, другие наоборот стабильны в своих значениях. При этом повышение или понижение значений параметра не является показателем его сильной или слабой изменчивости внутри самого сезона.

Изучение хода изменений параметров атмосферы позволит усовершенствовать методы прогнозирования будущего состояния атмосферы как для метеорологии в целом, так и для смежных с ней областей науки, таких как биометеорология.

Медицинские данные

Организм человека состоит из множества тканей, выполняющих различные функции. В данной работе будет рассмотрена одна из них – кровь.

Кровь представляет собой жидкую ткань, циркулирующую в кровеносной системе и переносящую по всему телу газы и другие растворенные вещества, необходимые для обеспечения нормального функционирования всех компонентов человеческого организма. В ней происходят различные микрохимические и микрофизические процессы, играющие большую роль в жизнедеятельности организма. У среднестатистического человека кровь составляет около 8% от общей массы тела и это примерно 5- 6 л. Потеря более 20% от общего объёма крови может стать угрозой для здоровья человека и привести к летальному исходу.

Кровь состоит из двух основных компонентов — плазмы и взвешенных в ней форменных элементов. У взрослого человека форменные элементы крови составляют около 40 – 50 %, а плазма составляет 50 – 60 %. Всего существует три основных типа клеточных элементов крови: красные кровяные клетки – эритроциты, белые кровяные клетки - лейкоциты и кровяные пластинки – тромбоциты. [7-13]

В данной работе рассматривались такие показатели красной крови как: СОЭ, концентрация эритроцитов, уровень гемоглобина, Каждый из данных показателей имеет свое строение и выполняет определенные функции в составе крови.

СОЭ (скорость оседания эритроцитов) – это параметр показатель, определяющий скорость и интенсивность склеивания эритроцитов при тех или иных патологических процессах. Величина СОЭ зависит от возраста, пола и способа определения. В среднем она варьирует у женщин норма СОЭ – (2-15) мм за один час, у мужчин норма – (2-10) мм за один час, у детей показатели СОЭ зависят от возраста. Если СОЭ в анализе крови — в норме,

это говорит об отсутствии выраженного воспалительного процесса в организме.

Эритроциты или красные кровяные тельца представляют собой двояковогнутые диски, диаметром около 7,5 мкм (нормоцит), лишенные ядра. Такое строение позволяет лучше проходить через узкие изогнутые капилляры, при этом увеличить поверхность клетки, что в свою очередь способствует более быстрой равномерной диффузии газов через клеточную мембрану. Поэтому одной из главных их задач является перенос кислорода к тканям и углекислого газа от тканей к легким. В среднем в крови у мужчин содержится $(3,9-5,5) \cdot 10^{12}$ /л эритроцитов, у женщин – $(3,5-5,0) \cdot 10^{12}$ /л. Возможны суточные и сезонные колебания содержания эритроцитов в крови под воздействием факторов внешней и внутренней среды. Повышение содержания эритроцитов наблюдается во время эмоций, при мышечной работе. Абсолютный эритроцитоз (увеличение числа эритроцитов в организме) наблюдается при пребывании на больших высотах, у больных с заболеваниями легких и сердца (при гипоксии). Относительный эритроцитоз (увеличение числа эритроцитов в единице объема крови без увеличения их общего количества в организме) наблюдается при сгущении крови (обильное потовыделение, ожоги, холера, дизентерия).

Одним из компонентов эритроцитов является гемоглобин (Hb). Гемоглобин представляет собой сложный белок, состоящий из собственно белковой части (глобин – белок типа альбумина) и небелковой части – гема. Важнейшая функция гемоглобина – связывание, перенос и высвобождение кислорода. Нормальное значение Hb у женщин (120–140) г/л, у мужчин (130-160) г/л. Критерием насыщения эритроцитов гемоглобином является цветовой показатель (ЦП) – индекс отражающий отношение уровня Hb к количеству эритроцитов в 1 мкл крови, выраженное во внесистемных единицах. В норме ЦП колеблется в пределах (0,86–1,05). Эритроциты, у которых индекс ЦП меньше 0,86 называются гипохромными, больше 1,05 гиперхромными. Гипохромные анемии наблюдаются, прежде всего, при

дефиците железа, вызванного различными причинами, такими как железодефицитная анемия беременных и хроническая кровопотеря. Гиперхромия признак дефицита витамин В₁₂.

Результаты

В ходе выполнения работы была создана медицинская база данных за период с 25.05.2000 по 31.05.2001 и представляющая собой 3 характеристики красной крови человека: СОЭ, концентрация эритроцитов, уровень гемоглобин. Данная база содержит информацию о состоянии крови для 545 мужчин и 37 женщин.

Первоначально весь массив данных был разделен по сезонам (зима, весна, лето, осень), далее внутри каждого из сезонов были сформированы возрастные группы (20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 лет и отдельные случаи, непопадающие в общие градации).

Таблица 11. Пример исходных медицинских данных.

Сезон	Даты	Воз раст	П о л	часть распределен ия СОЭ	часть распределен ия N _{erythrocyte}	часть распределен ия Нб	часть распределен ия ЛК	часть распределен ия лимфоцитов	часть распределен ия лейкоцитов
весна 2000	25.05. 2000	50- 60	м	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	75%-90%
весна 2000	25.05. 2000	80- 90	м	10%-25%	срединное отклонение	срединное отклонение	75%-90%	75%-90%	10%-25%
весна 2000	26.05. 2000	50- 60	м	нижние 10%	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	10%-25%
весна 2000	26.05. 2000	50- 60	м	срединное отклонение	верхние 10%	75%-90%	10%-25%	срединное отклонение	срединное отклонение
весна 2000	26.05. 2000	70- 80	м	75%-90%	срединное отклонение	срединное отклонение	75%-90%	нижние 10%	верхние 10%
весна 2000	26.05. 2000	70- 80	м	срединное отклонение	75%-90%	срединное отклонение	75%-90%	75%-90%	срединное отклонение
весна 2000	26.05. 2000	70- 80	м	верхние 10%	срединное отклонение	срединное отклонение	нижние 10%	75%-90%	10%-25%
весна 2000	26.05. 2000	80- 90	м	срединное отклонение	срединное отклонение	верхние 10%	нижние 10%	нижние 10%	10%-25%
весна 2000	30.05. 2000	30- 40	м	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	75%-90%	верхние 10%	10%-25%
весна 2000	30.05. 2000	30- 40	м	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	75%-90%	верхние 10%	срединное отклонение
весна 2000	30.05. 2000	40- 50	м	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение
весна 2000	30.05. 2000	60- 70	м	срединное отклонение	верхние 10%	срединное отклонение	срединное отклонение	верхние 10%	нижние 10%
весна 2000	30.05. 2000	60- 70	м	нижние 10%	срединное отклонение	верхние 10%	верхние 10%	срединное отклонение	срединное отклонение
весна 2000	31.05. 2000	50- 60	м	срединное отклонение	верхние 10%	верхние 10%	срединное отклонение	срединное отклонение	срединное отклонение
весна 2000	31.05.	70-	м	срединное	75%-90%	срединное	срединное	срединное	10%-25%

Сезон	Даты	Возраст	Пол	часть распределения СОЭ	часть распределения N erythrocyte	часть распределения Hb	часть распределения ЛК	часть распределения лимфоцитов	часть распределения лейкоцитов
2000	2000	80		отклонение		отклонение	отклонение	отклонение	

Затем работа велась с каждым параметром крови по отдельности в каждой сформированной группе пациентов. Были построены распределения величин исследуемых параметров по выборкам величиной в календарный сезон каждого конкретного года. На этом этапе так же определено, относится ли данный параметр к категории «норма» или «аномалия».

Нормальные значения определялись, как значения каждой характеристики крови в рамках её срединного отклонения ($\pm 25\%$ распределения от точки медианы) для каждого сезона в каждой отдельной возрастной группе. Аномальными считались величины в рамках нижней или верхней квартилей распределения (т.е. выходящие за рамки срединного отклонения). Пример полученных таблиц продемонстрирован на рисунке 2.

Даты	возраст	часть распределения СОЭ нижние 10%	часть распределения СОЭ 10%-25%	часть распределения СОЭ срединное отклонение	часть распределения СОЭ 75%-90%	часть распределения СОЭ верхние 10%	Норма/Не норма
25-May-00	50-60	0	0	1	0	0	норма
25-May-00	80-90	0	1	0	0	0	
25-May-00	93	0	0	1	0	0	
30-May-00	30-40	0	0	2	0	0	норма
30-May-00	40-50	0	0	1	0	0	
30-May-00	60-70	1	0	1	0	0	
31-May-00	50-60	0	0	1	0	0	норма
31-May-00	70-80	0	0	1	0	0	
5-Jun-00	40-50	0	0	1	0	0	норма
5-Jun-00	50-60	0	0	1	0	0	
5-Jun-00	60-70	0	0	2	0	0	
5-Jun-00	70-80	0	0	2	0	0	
8-Jun-00	40-50	0	0	1	0	0	норма
8-Jun-00	60-70	0	0	0	0	1	
8-Jun-00	70-80	0	0	1	0	0	
8-Jun-00	80-90	0	0	1	0	0	
13-Jun-00	30-40	0	0	2	0	0	норма
13-Jun-00	40-50	0	0	2	1	0	
13-Jun-00	50-60	0	0	1	0	0	
13-Jun-00	70-80	0	0	3	0	0	
21-Jun-00	<=20	0	0	1	0	0	норма
21-Jun-00	40-50	0	0	1	0	0	
21-Jun-00	60-70	0	0	0	1	0	
23-Jun-00	60-70	0	0	1	1	0	аномалия
23-Jun-00	70-80	0	0	0	2	0	

Рисунок 30. Пример обработки медицинских данных после разделения на категории «норма» и «аномалия» для СОЭ.

Даты	возраст	часть распределения N эритроцитов нижние 10%	часть распределения N эритроцитов 10%-25%	часть распределения N эритроцитов срединн	часть распределения N эритроцитов 75%-90%	часть распределения N эритроцитов верхние 10%	Норма/Не норма
25-May-00	50-60	0	0	1	0	0	норма
25-May-00	80-90	0	0	1	0	0	
26-May-00	50-60	0	0	1	0	1	норма
26-May-00	70-80	0	0	2	1	0	
26-May-00	80-90	0	0	1	0	0	
30-May-00	30-40	0	0	2	0	0	норма
30-May-00	40-50	0	0	1	0	0	
30-May-00	60-70	0	0	1	0	1	
31-May-00	50-60	0	0	0	0	1	аномалия
31-May-00	70-80	0	0	0	1	0	
5-Jun-00	40-50	0	0	1	0	0	норма
5-Jun-00	50-60	0	0	1	0	0	
5-Jun-00	60-70	0	0	1	0	1	
5-Jun-00	70-80	0	0	2	0	0	
6-Jun-00	60-70	0	0	1	0	1	аномалия
6-Jun-00	70-80	0	0	0	1	0	
8-Jun-00	40-50	0	0	0	0	1	аномалия
8-Jun-00	60-70	0	0	0	0	1	
8-Jun-00	70-80	0	0	0	1	0	
8-Jun-00	80-90	0	0	1	0	0	
14-Jun-00	40-50	0	0	1	0	0	норма
14-Jun-00	50-60	0	0	2	0	0	
14-Jun-00	60-70	0	0	0	0	1	

Рисунок 31. Пример обработки медицинских данных после разделения на категории «норма» и «аномалия» для концентрации эритроцитов.

Далее, для анализа были высчитаны средние значения статистик земных и космических параметров за те несколько дней, в которых одинаково регистрировались либо нормальные значения СОЭ и нормальные значения концентрации эритроцитов и гемоглобина в крови пациентов разного возраста, либо одинаково – аномальные значения этих характеристик. Таким образом были сформированы кластеры природных характеристик, сопоставленных по времени с событиями «нормы» и «аномалии». Далее, с применением элементов кластерного анализа, было рассчитано расстояние между значениями статистик параметров в два разных момента («нормы» и «аномалии») и представлено в виде графиков. Межкластерное расстояние определялось эвклидовой нормой по формуле (2).

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

Далее предоставлены графики, на которых видно расстояние между кластерами характеристик природной среды, зарегистрированных в интервале наложенных эпох при ключевых днях: нормальных и аномальных значений параметров красной крови человека. Исследования проводится во временном промежутке – 5 дней до события (0) и 5 дней после.

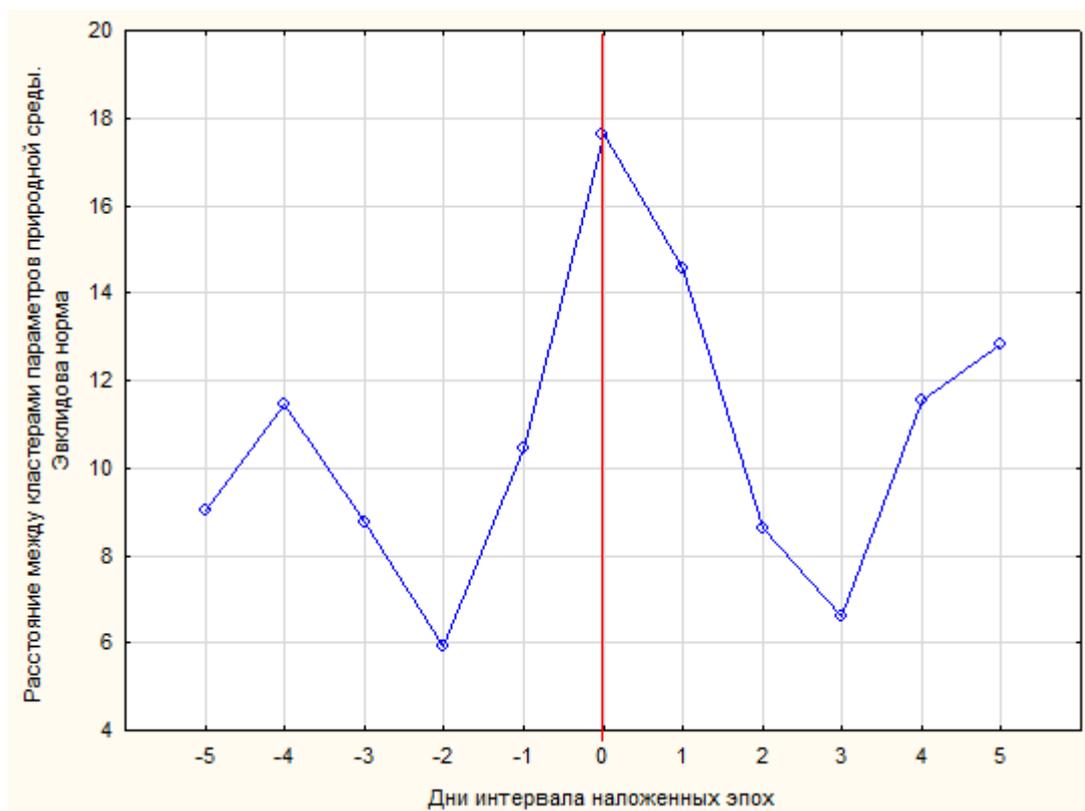


Рисунок 32. Расстояние между кластерами характеристик природной среды зимой 2000-2001 года.

По графику за зиму 2000-2001 года видно, что исследуемый «нулевой» день пришелся как раз на максимум различия между статистиками параметров. При этом в (-2)-день и в (+3)-день заметны минимальные различия параметров. После (-3)-дня наблюдался спад разницы значений статистик в целом с небольшим скачком в день наблюдения. Данная ситуация может показать, что человеческий организм только с запозданием в 3 дня отреагировал на резкие изменения в состоянии природной среды.

График зимы 2000 года стоит считать важным для дальнейших исследований, так как он показывает характеристики погоды различались наиболее достоверно.

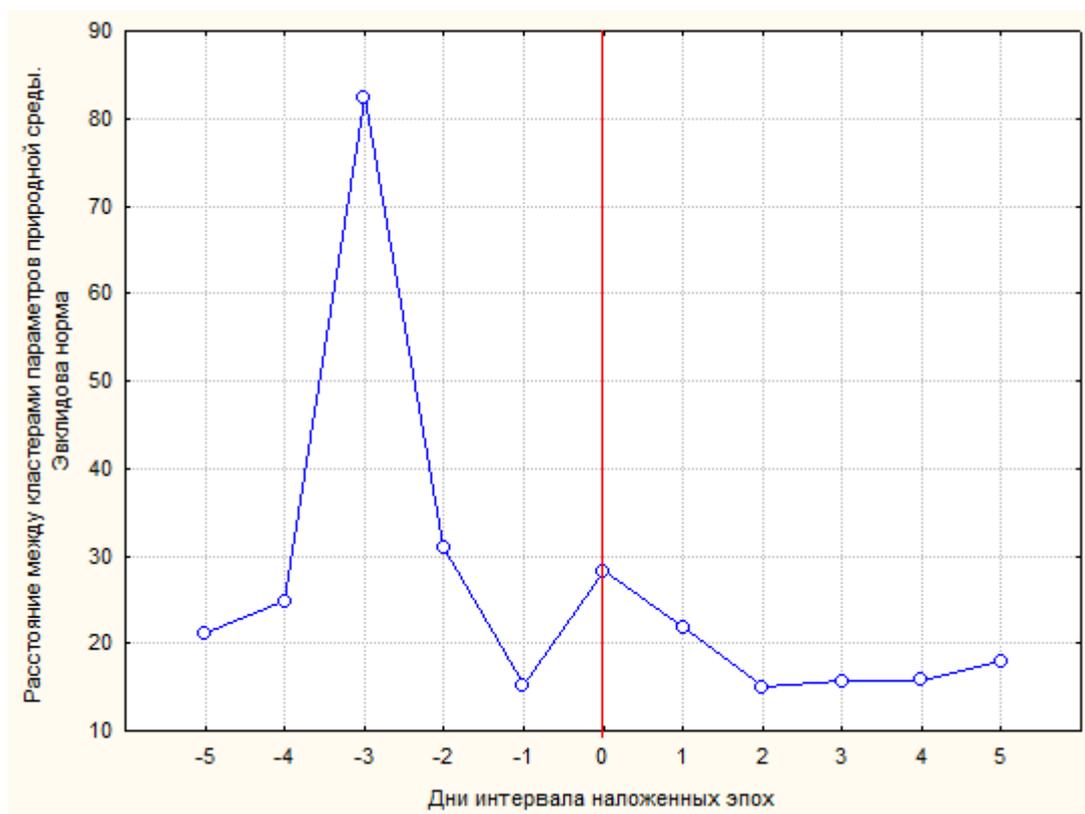


Рисунок 33. Расстояние между кластерами характеристик природной среды весной 2001 года.

По графику за весну 2000 года видно, что исследуемый «нулевой» день пришелся на низкий уровень различия между статистиками параметров. При этом резкий максимум различия пришелся на предшествующие (-3)-день. После (-3)-дня наблюдался спад разницы значений статистик в целом с небольшим скачком в день наблюдения. Данная ситуация может показать, что человеческий организм только с запозданием в 3 дня отреагировал на резкие изменения в состоянии природной среды.

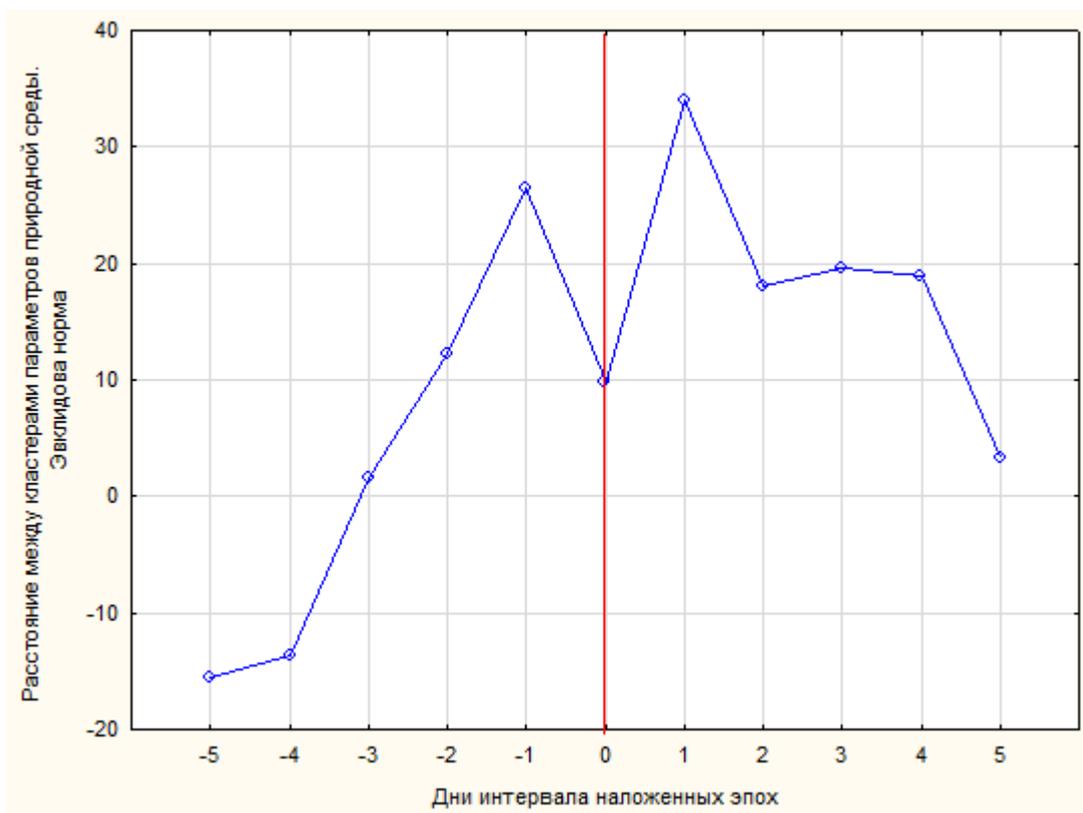


Рисунок 34. Расстояние между кластерами характеристик природной среды летом 2000 года.

По графику за лето 2000 года видно, что исследуемый «нулевой» день пришелся на резкий спад различия статистических параметров двух кластеров природной среды между двух максимумов в +/- один день. При этом, заметно, что после нулевого события различия в кластерах природной среды куда более значительные.

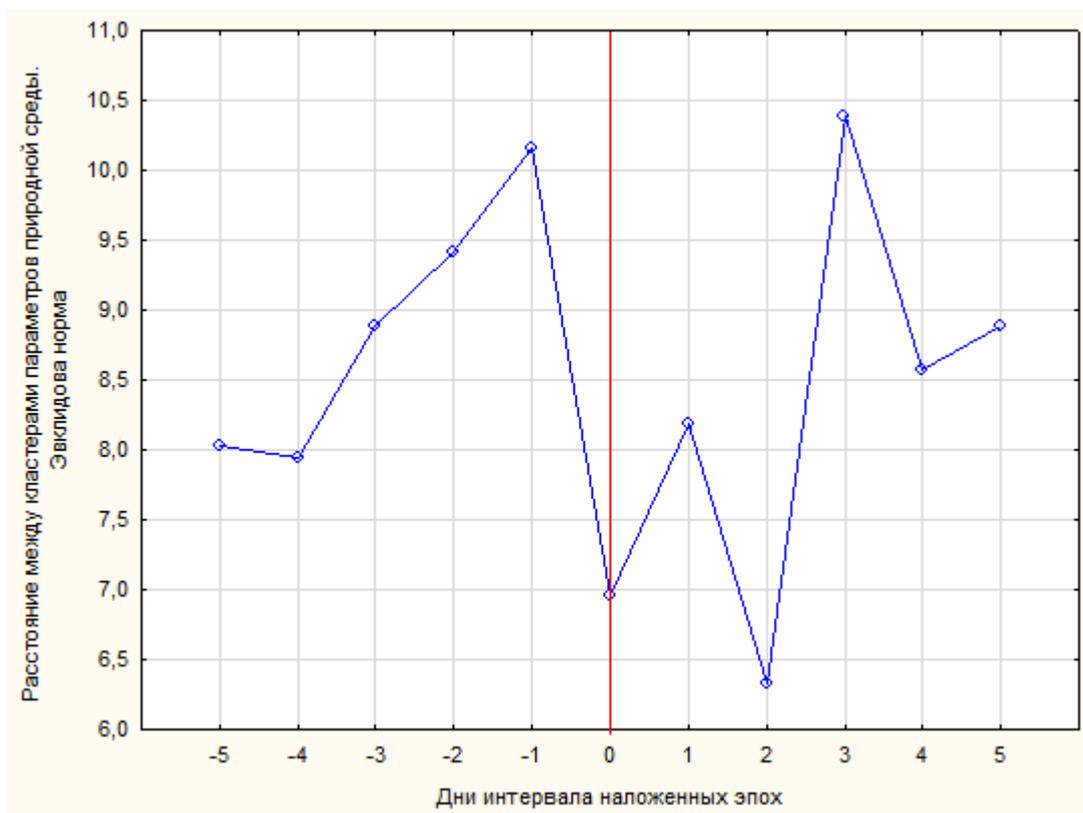


Рисунок 35. Расстояние между кластерами характеристик природной среды осенью 2000 года.

По графику за осень 2000 года видно, что он имеет более скачкообразный характер по сравнению с другими временами года. Исследуемый «нулевой» день пришелся на один из двух минимумов различия между статистиками параметров природной среды.

Поиск дня максимально различия приводит к выводам о необходимости мониторинга природной среды от (-3)-дня до ключевого дня. Такой мониторинг позволит обеспечить заблаговременность прогноза для медицинских целей.

Далее были рассмотрены все параметры в дни максимального различия в кластерах природной среды для дней «нормы» и «аномалии». Выбраны только такие параметры, которые были различны при соответствии указанным выше медицинским категориям всегда — в любой из сезонов исследованного периода. Исследованы отношения таких параметров к типам погоды. Полученные результаты представлены на рисунке 36 в виде

гистограммы, из которой видно соотношение типов погоды указанных выше параметров.

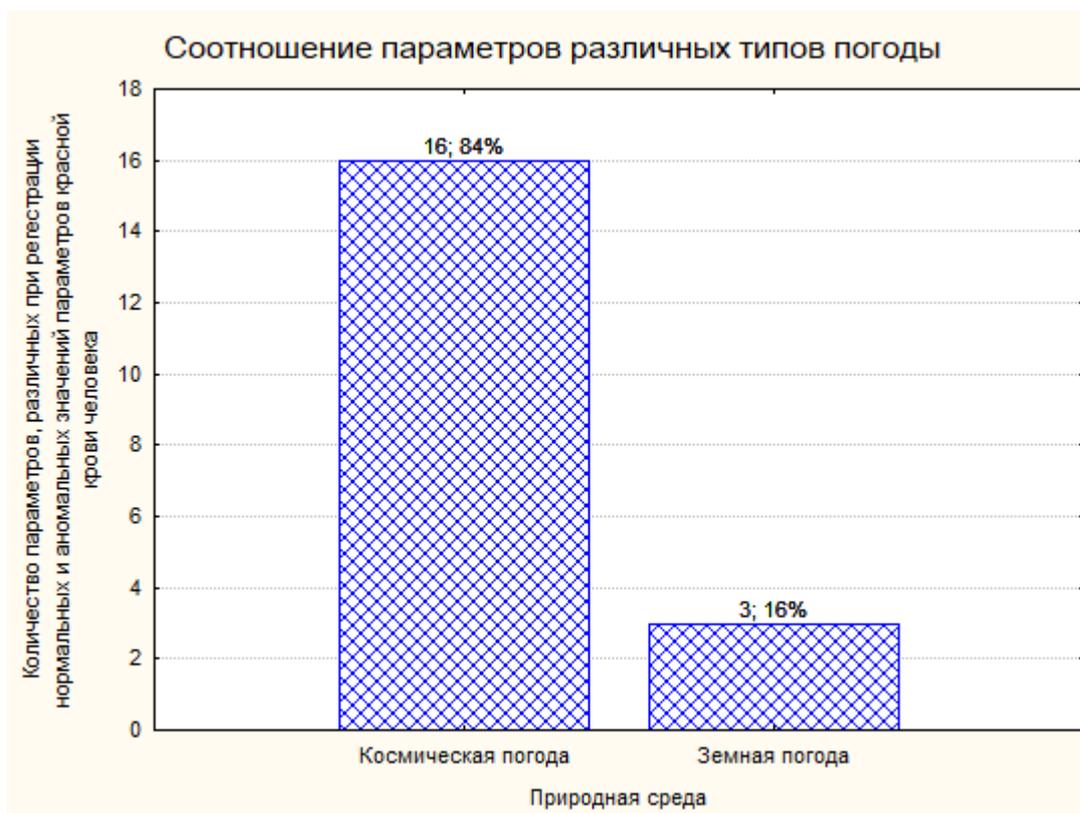


Рисунок 36. Соотношение параметров различных типов погоды в первой группе.

Из данной гистограммы следует, что наиболее значимыми являются параметры космической погоды, что составляют 84% от всех использованных в работе параметров природной среды. При этом стоит выделить конкретные параметры, которые внесли наибольший вклад среди космической и земной погоды, так как встречались во все 4 календарных сезона.

Из параметров космической погоды наибольший вклад внесли:

- Количество радиовсплесков высокой интенсивности от 100 до 1000 с.е.п. – общее количество за сутки.
- Характеристики разброса высокоэнергетических галактических лучей высоких энергий, измеренные в спектральных линиях железа, гелия и азота.

- Высокоэнергетические галактические лучи высоких энергий, измеренные в спектральных линиях азота – максимальная величина потока за сутки.
- Полный вектор магнитного поля на высоте геостационарной орбиты – минимальное значение за сутки.
- Интенсивность потока протонов с энергией больше 10 МэВ – среднее значение за сутки
- Интенсивность потока протонов с энергией больше 2 МэВ – коэффициенты осцилляции и вариации.
- Геомагнитное поле на широте Санкт-Петербурга – среднесуточное и минимальное значение х-компоненты.

Из параметров земной погоды наибольший вклад внесли:

- Температура воздуха – значение размаха и коэффициент осцилляции.
- Относительная влажность воздуха значение размаха.

Так же, во все 4 сезона в дни наибольшего расхождения кластеров отмечалось наибольшее воздействие на организм человека высокоэнергетическими галактическими лучами и дефицитом точки россы.

Временной ход вышеперечисленных параметров.

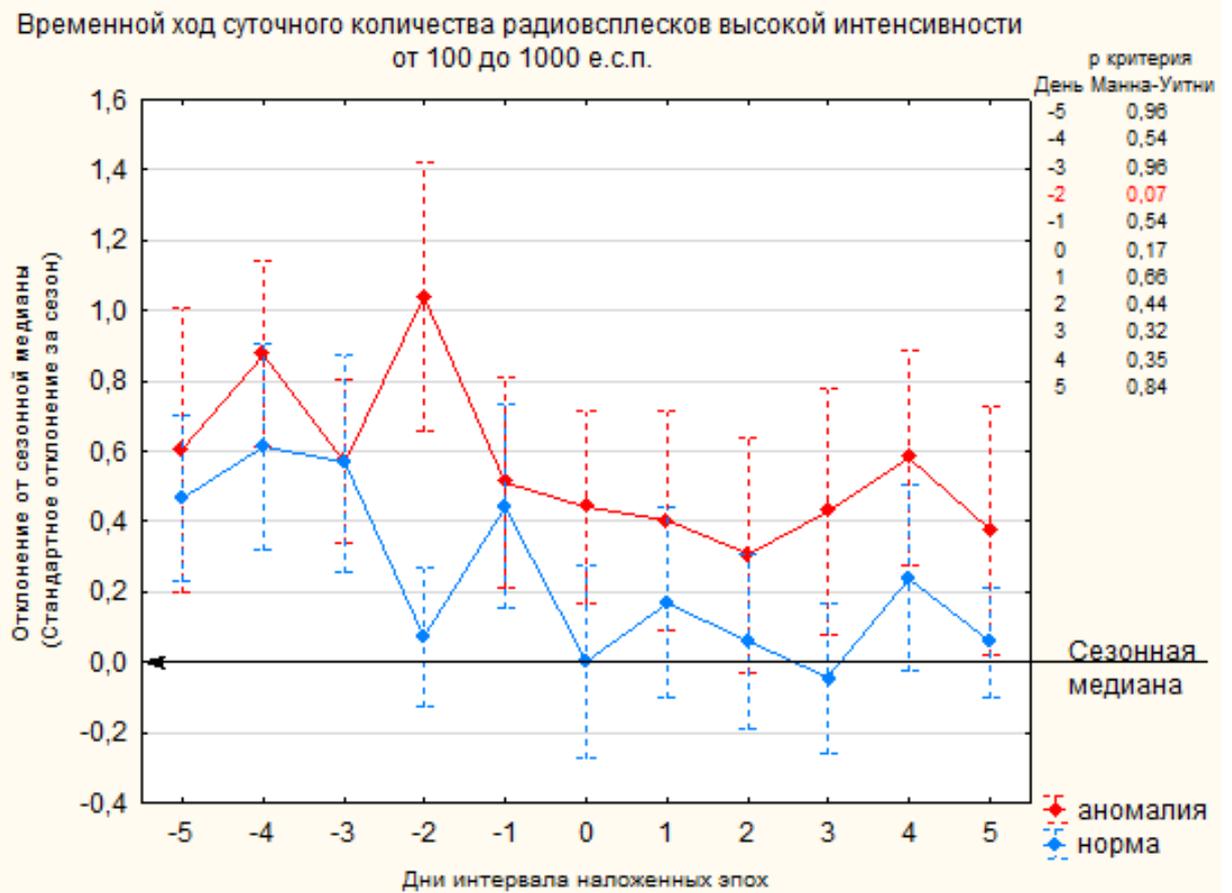
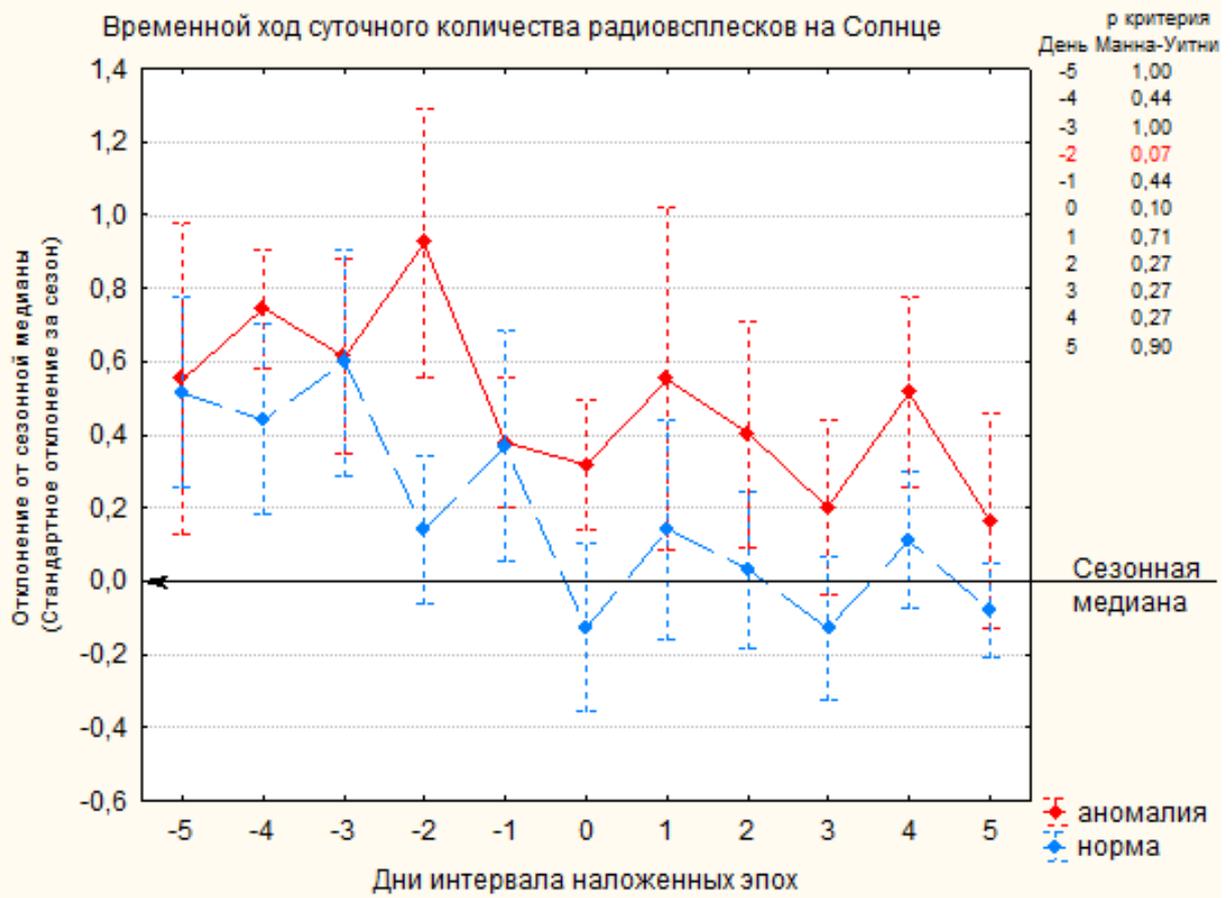


Рисунок 37. Временной ход суточного количества радиовсплесков.

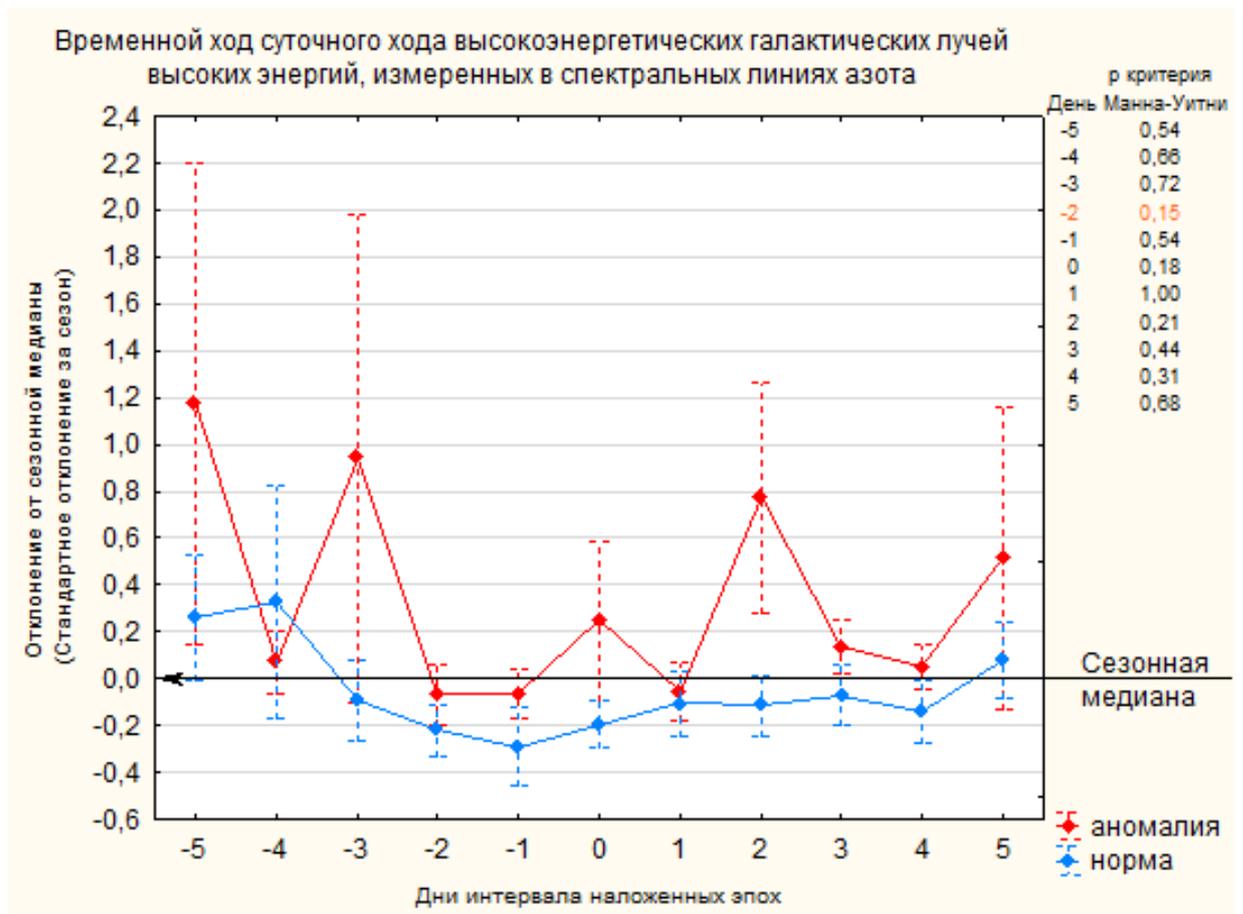
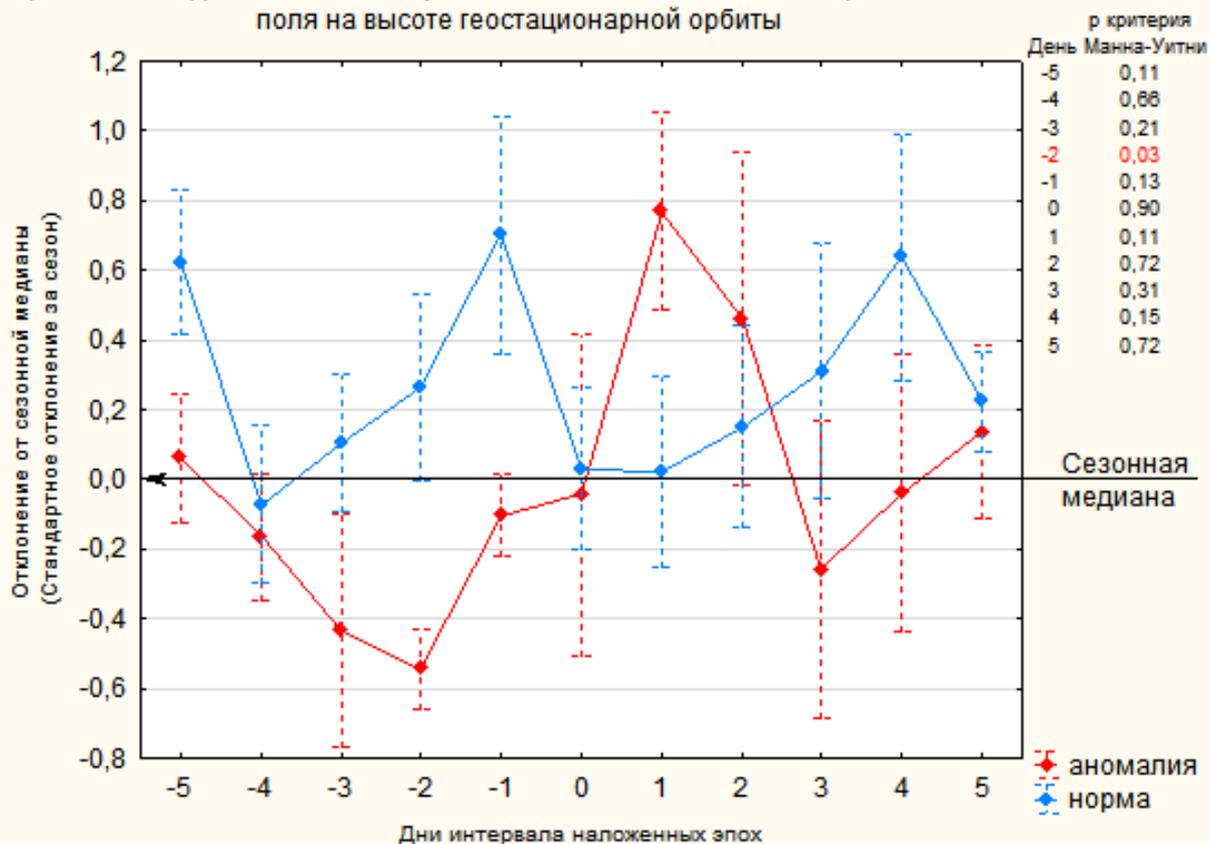


Рисунок 38. Временной ход суточного хода высокоэнергетических галактических лучей высоких энергий, измеренных в спектральных линиях азота.

Временной ход минимального суточного значения полного вектора магнитного поля на высоте геостационарной орбиты



Временной ход минимального суточного значения X-компоненты геомагнитного поля на широте Санкт-Петербурга

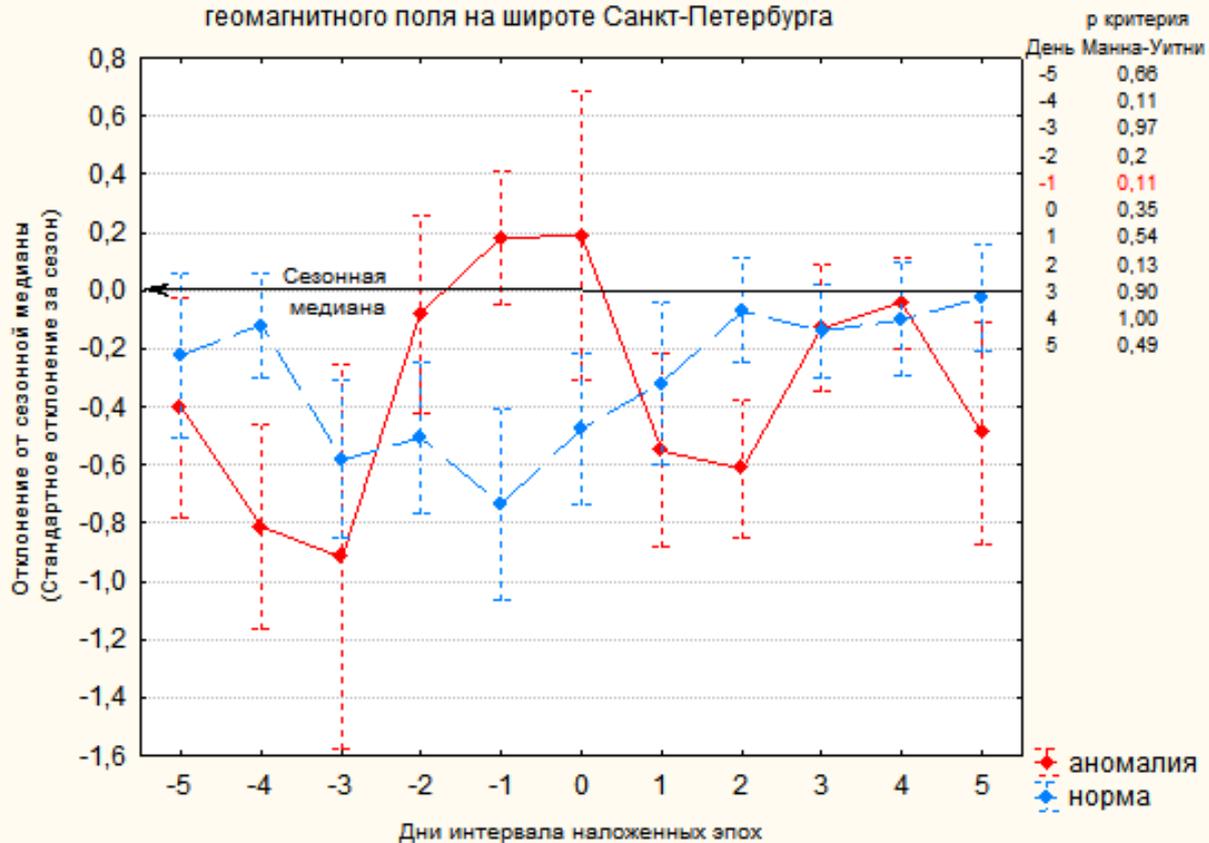


Рисунок 39. Временной ход минимального суточного значения
геомагнитного поля.

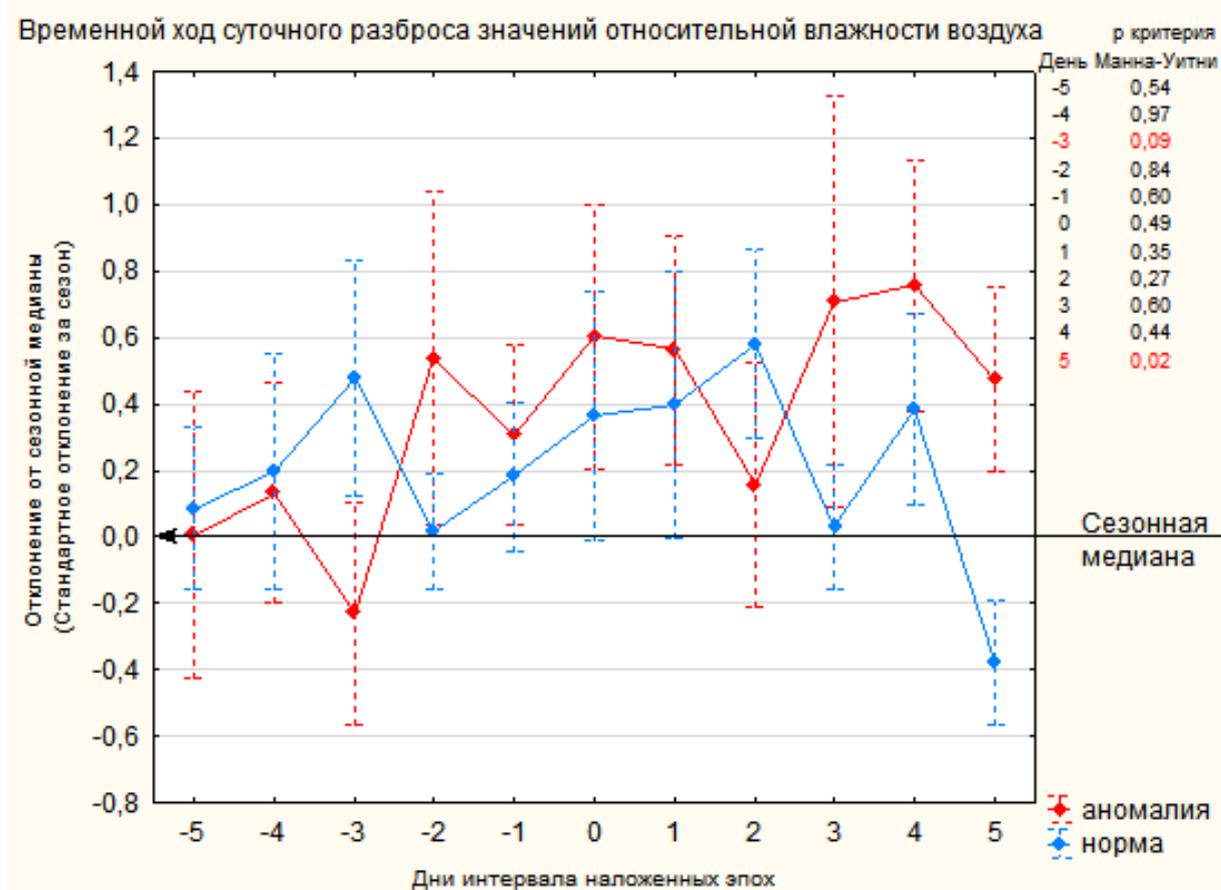
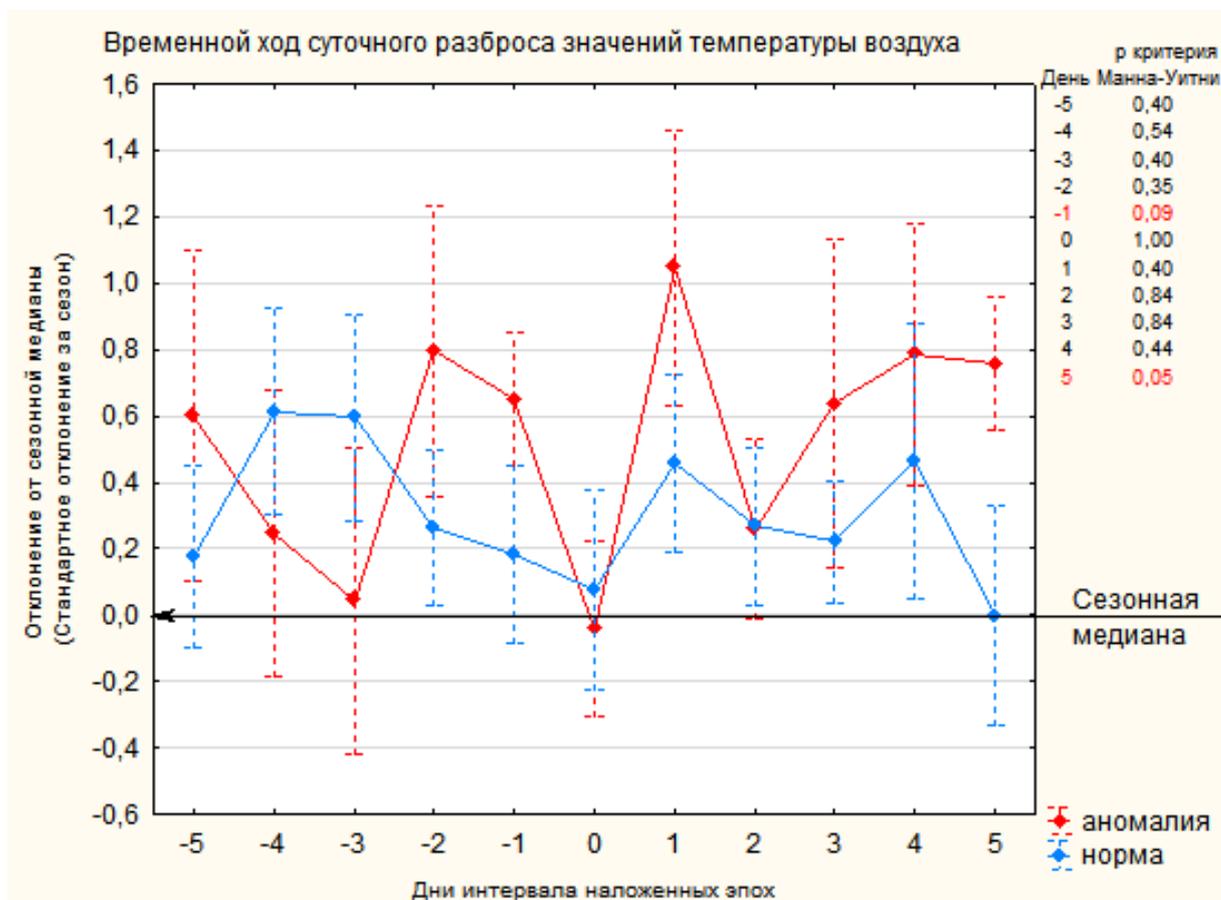


Рисунок 40. Временной ход суточного разброса значений температуры и относительной влажности воздуха.

Выводы по результатам

1. За 2 дня до регистрации аномальных значений параметров красной крови исследованной группы людей отмечено:

- a. Увеличение общего суточного числа радиовсплесков на Солнце.
- b. Увеличение суточного количества мощных радиовсплесков на Солнце (от 100 до 1000 с.е.п.).
- c. Увеличение суточного разброса потока высокоэнергичных галактических космических лучей (29,35-42,19) МэВ/нуклон.
- d. Уменьшение напряженности полного вектора геомагнитного поля на верхней границе магнитосферы (высота геостационарной орбиты, 35 000 км).
- e. Увеличение напряженности х-компоненты геомагнитного поля на поверхности Земли на широте Санкт-Петербурга.

2. За 2 дня до регистрации аномальных значений параметров красной крови исследованной группы людей отмечено:

- a. Резкое увеличение суточной амплитуды относительной влажности.
- b. Резкое увеличение суточной амплитуды температуры воздуха.

Выводы

1. Наибольшую информацию о состоянии природной среды, соответствующем различным значениям характеристик красной крови человека (нормальное и аномальное указанных параметров значение для конкретного календарного сезона) дает изучение характера временного хода ее параметров.

2. Параметры космической погоды имели большую долю в общем наборе параметров природной среды, различавшимся при соответствии указанным медицинским показателям.

3. Наиболее значимым в результате исследования оказался (-2)-день до медицинского события. Данный факт обеспечит хорошую заблаговременность прогноза погоды для медицинских целей. В этот день наблюдалось:

- a. Приход солнечных и галактических космических лучей
- b. Возмущение геомагнитного поля
- c. Увеличение суточного разброса относительной влажности и температуры воздуха.

Перечисленные выше вариации природной среды советуют принятой в настоящее время точкой зрения на механизм отклика земной погоды на вариации космической погоды.

Заключение

В данной работе были проведены исследования по сопоставлению вариаций состояния природной среды (космической и земной погодой) с изменениями, происходящими в организме человека, в частности в параметрах крови человека.

Первым этапом исследования стало составления баз данных, необходимых для работы. Таковыми стали базы за основной рассматриваемый период с 25.05.2000 по 31.05.2001 плюс один год до и после:

Космической погоды - 81 параметр: рентгеновские вспышки, оптические вспышки, радиовсплески в разных диапазонах, внезапные ионосферные возмущения и т.д.

Земной погоды – 10 параметров: температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра, влажность воздуха, температура и дефицит температуры точки росы, балл облачности и содержание кислорода в воздухе, градиент напряженность атмосферного электрического поля, коэффициент униполярности атмосферного электрического поля.

Медицинской информации – 3 параметров крови: СОЭ, концентрация эритроцитов, уровень гемоглобина.

Вторым этапом стало рассмотрение параметров природной среды как общего фона, на котором происходили изменения в параметрах крови человека.

Можно сказать, что рассматриваемый промежуток времени находился в максимуме 23 Солнечного цикла с большим количеством слабых солнечных вспышек. При этом рассмотрев параметры земной погоды, можем сказать, что нескорые из них имеют ярко выраженную изменчивость от года к году, другие, наоборот, стабильны в своих значениях. При этом повышение

или понижение значений параметра не является показателем его сильной или слабой изменчивости внутри самого сезона.

На третьем этапе были рассмотрены медицинские данные. В результате все данные были разделены по сезонам и возрастам. При этом выделялись «нормальные» и «аномальные» значения для каждого параметра крови. Далее были посчитаны разницы значений статистик параметров космической и земной погоды зарегистрированных в интервале наложенных эпох при ключевых днях: нормы и аномалии. В результате были получены 9 параметров природной среды, которые оказались различными при сопоставлении их дням нормальным показателям красной крови человека и аномальным значениям параметров крови в дни исследования:

Космические параметры: радиовсплески высокой интенсивности; высокоэнергетические галактические лучи высоких энергий, измеренные в спектральных линиях железа, гелия и азота; полный вектор магнитного поля на высоте геостационарной орбиты; интенсивность потока протонов, X-компонента геомагнитного поля на широте Санкт-Петербурга.

Земные параметры: температура и относительная влажность воздуха, дефицит температуры точки росы.

Полученные в ходе данной работы результаты и выводы могут быть учтены и использованы при дальнейшем изучении взаимосвязей параметров космической и земной погоды с изменениями в параметрах крови человека.

Список используемой литературы

1. Хандожко Л.А.: Региональные синоптические процессы. Учебное пособие. – Л.: ЛГМИ, 1988, 103с.
2. Владимирский Б. М, Космическая погода и биосфера — история исследований и современность, М. URSS, 2015, 112 стр.
3. Веретененко С.В., Артамонова И.В Влияние вариаций солнечных и галактических лучей на длительность макроскопических процессов, Геомагнетизм и аэрономия, том 53 № 1 2013
4. Угрюмов А.И., Лаврова И.В. Основные закономерности общей циркуляции атмосферы. Учебное пособие СПб: РГГМУ, 2021. – 72с.
5. .Характеристика климата Санкт-Петербурга - Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] - Режим работы: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091> (Дата обращения 10.04.2024)
6. Сорокина Н.Б., Федоров А.В., Самогесов Е.Д. Климат Северо-Западного региона России. Популярный доклад / Под ред. Н.Г. Рыбальского, Ю.Ю. Галкина. – М.: НИАрирода, РЭФИА, 2004. –104 с.
7. Срочные метеорологические данные получены с сайта gr5.ru с 1999 по 2002 год и пересчитаны на среднесуточные значения температуры воздуха относительной влажности, атмосферного давления, скорости ветра и баллов облачности.
8. <https://soho.nascom.nasa.gov>
9. Сараева Н.О., Балабина Н.М., Зобнин Ю.В. Гематология. Ученное пособие Иркутск: ИГМУ, 2015. – 244 с.
10. Сусликова М.И., Губина М.И., Александров С.Г., Булнаева А.Ф. Избранные вопросы физиологии крови. Ученное пособие Иркутск: ИГМУ, 2021. – 102 с.
11. Гистология, эмбриология, цитология. Учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский и др. ; под ред. Ю. И. Афанасьева,

Н. А. Юриной. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 800 с.
: ил. 2.

12. https://studopedia.ru/11_1406_krov-ee-sostav-i-funktsii.html

13. В.А. Лавриненко В.А., Бабина А.В. Физиология крови для студентов КРИ. Учебно-методическое пособие. Новосибирск, 2015. -116 с.

14. <https://бмэ.орг/index.php/ЛЕЙКОЦИТЫ>

15. <https://ivgmu.ru/attachments/49271>