

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ - МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

БИКМУХАМЕТОВА ЛАРИСА МАНСУРОВНА

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА РОССИИ**

03.02.08 – Экология (биологические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических
наук, доцент
РУСАК СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА

Сургут – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ХМАО – ЮГРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Характеристика климатоэкологических факторов ХМАО – Югры, влияющих на состояние и уровень здоровья населения	11
1.2 Влияние метеорологических условий на самочувствие и здоровье человека	17
1.3 Аэрогенные поллютанты как факторы риска развития и обострения кардиореспираторных патологий у населения	24
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	29
2.1 Объект и дизайн исследования	29
2.2 Методы обработки полученных данных	33
2.3 Метод оценки динамики климатоэкологических факторов окружающей среды с позиций теории хаоса и самоорганизации в m -мерном пространстве признаков	40
ГЛАВА 3. ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ И КОНТРАСТЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРА	43
3.1 Оценка погодных условий территории г. Сургута на основе традиционных способов их типизации	43
3.2 Погодно-климатические тенденции и контрасты урбанизированной территории Севера с позиций методов математической статистики	47
3.3 Неопределённость в оценке временных рядов метеорологических параметров	54
3.4 Оценка динамики погодно-климатических факторов с позиций теории хаоса и самоорганизации в m -мерном пространстве признаков	58

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	66
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ г. СУРГУТА	
4.1 Динамика атмосферных загрязнителей с позиций санитарно-гигиенической оценки состояния среды	66
4.2 Оценка экологического риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в условиях территории г. Сургута	70
4.3 Оценка параметров квазиаттракторов состояния атмосферных поллютантов с позиций <i>m</i> -мерного пространства	75
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛИМАТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ И ЭКОЛОГОЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЖИТЕЛЕЙ Г. СУРГУТА ХМАО – ЮГРЫ)	81
5.1 Структура госпитализации пациентов г. Сургута с заболеваниями системы кровообращения	81
5.2 Региональные показатели обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных и экологозависимых заболеваний	87
5.3 Сравнительный анализ взаимосвязи показателей популяционного здоровья жителей г. Сургута с погодно-климатическими условиями среды обитания	92
5.4 Сравнительный анализ взаимосвязи показателей популяционного здоровья жителей г. Сургута с загрязнением атмосферного воздуха	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
ВЫВОДЫ	125
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	129
ПРИЛОЖЕНИЕ	151

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Проблематика изучения вопросов влияния климатоэкологических условий среды обитания на жизнедеятельность человека сложна, многогранна и на сегодняшний день далека от своего окончательного решения. Важными аспектами изучения влияния климатоэкологических условий среды обитания на жизнедеятельность человека являются вопросы, связанные с сохранностью общественного и индивидуального здоровья населения, поскольку оно в значительной степени зависит от качества не только природной, социальной, но и антропогенной среды [36, 77, 102, 186, 187]. В связи с расширением масштабов техногенного и антропогенного прессинга на окружающую среду, освещение этих вопросов нашли своё отражение в научных исследованиях последних десятилетий, как в зарубежных странах, так и в Российской Федерации [32, 37, 69, 76, 81, 91, 103, 133, 149, 150, 188].

Выявление причинно-следственных связей между климатоэкологическими факторами, с одной стороны, жизнедеятельностью и состоянием здоровья человека, с другой, предопределило поиск различных методов оценки на базе всестороннего анализа комфортности проживания человека и состояния качества среды обитания в целях заблаговременного предупреждения и профилактики многих заболеваний человека, в т.ч. климатообусловленных и экологозависимых болезней [4, 77, 80, 103, 104, 120, 134, 135, 137]. В научной литературе широко представлены исследования, проведённые в разных климатогеографических зонах России, которые демонстрируют взаимообусловленность состояния здоровья человека от воздействия целого ряда внешних факторов. Доказано быстрое прогрессирование заболеваний сердечно-сосудистой системы человека в условиях Севера [47, 132, 147], влияние сезонной изменчивости погодных условий на кардиореспираторные болезни [29, 41], одновременное воздействие холода и загрязнения воздуха ускоряет развитие заболеваний системы кровообращения и органов дыхания, приводит к преждевременному старению населения [118].

Нарастание техногенного прессинга на среду обитания человека в условиях наблюдаемых погодно-климатических изменений XXI века, обуславливает

актуальность исследований по изучению роли и вклада комплекса климатоэкологических факторов в изменение показателей общественного и индивидуального здоровья людей, формирование картины различных патологических сдвигов у лиц, проживающих в экстремальных северных условиях с неблагоприятным климатоэкологическим режимом.

Степень разработанности темы исследования. Медико-биологические и экологические исследования, выполненные на территории Ханты-Мансийского автономного округа в разные годы, свидетельствуют о тяжёлом течении заболеваний сердца и сосудов у населения [35, 75, 79]; артериальная гипертензия – одна из типичных болезней при адаптации к холодному климату, представляет серьёзную проблему географической патологии и экологической кардиологии для пришлого населения [65, 72]; воздействие климатоэкологических факторов способствует возникновению и тяжёлому течению бронхолёгочных патологий у жителей северного региона [126]. Однако, сведения по оценке комплексной антропогенной нагрузки с наложением погодно-климатических условий на организм жителей урбанизированного Севера в условиях ХМАО с применением целостного подхода в научной литературе пока единичны.

Таким образом, учёт конкретных экологических и погодно-климатических особенностей территории проживания населения, проведение комплексной оценки и выявление причинно-следственных связей между здоровьем населения и средой его обитания, позволяют выявить медико-биологические и экологические проблемы на региональном уровне.

В этой связи, актуальность и своевременность настоящего исследования обусловлена необходимостью установления величины антропогенного прессинга в совокупности с погодно-климатической нагрузкой на организм жителей северного региона и состояние популяционного здоровья, воздействие которых носит сочетанный, комплексный характер.

Цель исследования: установить особенности воздействия комплекса климатоэкологических факторов на возникновение метеочувствительных и

экологически зависимых заболеваний у населения на примере северной территории г. Сургута в условиях ХМАО – Югры.

Поставленная цель определила следующие задачи исследования:

1. Изучить региональные тенденции и контрасты погодно-климатических условий и оценить уровень их дискомфорта для населения г. Сургута (в условиях ХМАО – Югры) с позиций традиционных подходов и методов на основе теории хаоса и самоорганизации.

2. Выполнить анализ многолетней динамики экологического состояния атмосферного воздуха с оценкой степени опасности его загрязнения (территории г. Сургута) на основе разных методологических подходов.

3. Провести сравнительный анализ показателей популяционного здоровья взрослого населения г. Сургута по климаточувствительным и экологически зависимым заболеваниям на основе первичной обращаемости и госпитализации жителей в динамике 2010-2014 гг.

4. Оценить влияние погодно-климатической изменчивости и экологических последствий загрязнения атмосферного воздуха на частоту возникновения климаточувствительных и экологически зависимых заболеваний у взрослого населения г. Сургута с выявлением наиболее информативных климатоэкологических факторов риска.

5. Оценить степень риска от погодно-климатических изменений и экологического состояния атмосферного воздуха, влияющих на уровень заболеваемости в различных группах населения (на примере ХМАО – Югры).

Область исследования: Диссертационное исследование проведено в соответствии с разделами области исследования Паспорта специальности ВАК 03.02.08 Экология (биологические науки) согласно пункту «Экология человека – изучение общих законов взаимодействия человека и биосферы, исследование влияния условий среды обитания на людей (на уровне индивидуума и популяции)».

Научная новизна работы: Выполнена оценка динамики комплекса метеоэлементов и атмосферных поллютантов на примере г. Сургута – крупнейшего муниципального объекта территории Севера Российской Федерации

(РФ) и ХМАО – Югры с позиции традиционных методов анализа с использованием оценочно-бальных критериев, математической статистики, а также с позиций теории хаоса и самоорганизации. Проведён анализ взаимосвязи климатоэкологической обстановки для территории г. Сургута с показателями здоровья населения по климаточувствительным заболеваниям с дальнейшим выявлением наиболее существенных климатоэкологических факторов. Продемонстрирована результативность применения метода фазового пространства состояний в оценке параметров биоклиматических условий северных территорий РФ на примере г. Сургута. Проведён анализ взаимосвязи климатоэкологических факторов с показателями заболеваемости населения с учётом возрастных групп в условиях проживания на территории ХМАО – Югры.

Теоретическая и практическая значимость работы: Изучена динамика метеорологических условий и состояния загрязнения воздушной среды селитебной территории, обуславливающих состояние и уровень показателей здоровья населения и относящихся к факторам риска по климаточувствительным заболеваниям на региональном уровне. Методы и программные продукты, основанные на теории хаоса и самоорганизации, внедрены в практическую деятельность для адекватной оценки и анализа показателей климатоэкологических факторов и их динамики. Применённые методики оценки параметров климатоэкологических факторов окружающей среды и их взаимосвязь с показателями здоровья обуславливают возможность внедрения их в практическую работу органов государственного управления при решении вопросов качества жизни на территории Севера, возникновения климаточувствительных заболеваний, их прогнозирования и профилактики в связи с изменением климата и подобных медико-экологических проблем. Результаты настоящего исследования применяются в ходе учебного процесса Сургутского государственного университета (СурГУ) по следующим дисциплинам: «Экологический мониторинг», «Экология человека», «Учение об атмосфере», «Экологические риски» и др.

Работа выполнена в рамках: плана научных исследований госбюджетной темы СурГУ «Изучение природных и урбанизированных систем Западной

Сибири» (ВНТИЦ рег. № 0120.0504249), научно-исследовательской темы «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (Гос.№ 01200965147 от 09.12.2017 г.), «Диагностика и оценка состояния компонентов окружающей среды Севера Западной Сибири в условиях глобального изменения климата» (Гос.№ АААА-А18-118041990093-7 от 19.04.2018 г.).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Интегральная оценка климатоэкологических условий на региональном уровне, включающая процедуру обобщения традиционных способов, современных и новых оригинальных подходов, выявила величину суммарной климатоэкологической нагрузки (41 %) на состояние здоровья населения г. Сургута, что свидетельствует о высоком биопатогенном воздействии комплекса климатоэкологических факторов на организм жителей северного региона.

2. Популяционные показатели здоровья трудоспособного населения, формируемые под воздействием погодно-климатических условий и экологической аэрогенной обстановки среды обитания, характеризуются высокой чувствительностью и патологическими показателями к климаточувствительным заболеваниям в возрастных группах населения: лица молодого возраста (от 25 до 44 лет) являются группой повышенного риска по болезням органов дыхания, а группа среднего возраста (44-60 лет) – по болезням системы кровообращения.

3. Установлена высокая ассоциативность климаточувствительных и экологозависимых заболеваний у взрослого населения г. Сургута с погодно-климатическим режимом и степенью загрязнения атмосферного воздуха, что проявлялось высокой акклиматизационной нагрузкой на органы дыхания жителей в холодный период года и в межсезонье, наличием статистических взаимосвязей влияния комплекса аэрогенных поллютантов на частоту обращений населения по заболеваниям органов дыхания ($r=0,7$) и системы кровообращения ($r=0,6$), выявленных в результате корреляционно-регрессионного анализа.

Степень обоснованности и достоверности результатов исследований базируется на достаточном эмпирическом материале – данных медицинской

отчётности лечебных учреждений г. Сургута по случаям экстренных госпитализаций и обращаемости населения по поводу климаточувствительных болезней; обработке архивных метеонаблюдений за 2010-2014 гг.; анализе содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории г. Сургута за 2010-2014 гг.; применении различных методов обработки данных – с использованием классической математической статистики и методов на основе теории хаоса и самоорганизации.

Декларация личного участия автора заключается в определении темы диссертационного исследования, формулировке цели, задач и положений, выводов. Автором проанализирован литературный обзор, проведён анализ статистических данных медицинского характера, данных мониторинга метеонаблюдений и загрязнения атмосферного воздуха г. Сургута за 2010-2014 гг. Статистическая обработка используемых данных, их анализ и интерпретация были проведены автором самостоятельно. По результатам диссертационного исследования опубликованы статьи с 75-80 % долей личного участия автора.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на конференциях различного уровня, в том числе: кафедральных семинарах СурГУ, на Международной конференции «Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе» (Сургут, 2014), на II Всероссийской научно-практической конференции «Север России: стратегии и перспективы развития» (Сургут, 2016 г.), на III Всероссийской научно-практической конференции «Север России: стратегии и перспективы развития» (Сургут, 2017 г.), на V Всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» (Нижний Новгород, 2017 г.), на II Международной научно-практической конференции «Академическая наука и высшая школа: стратегии и тренды развития» (Уфа, 2019 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 1 монография, 7 статей в рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 11 статей и тезисов в научных журналах, материалах отечественных и международных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 172 страницах машинописного текста, иллюстрирована 51 рисунком и 24 таблицами; состоит из введения, 5-ти глав, заключения, выводов, списка литературы, 3-х приложений. Список литературы включает 192 источника, в том числе 46 на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.б.н., доценту С.Н. Русак за ценные советы, поддержку и помощь, оказанную при выполнении диссертационной работы.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ХМАО – ЮГРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Характеристика климатоэкологических факторов ХМАО – Югры, влияющих на состояние и уровень здоровья населения

На территории Крайнего Севера и приравненным к нему территориям, погодно-климатические изменения непосредственно влияют как на экономику и жизненные потребности проживающих там людей, так и на состояние их здоровья. Изменения климатических факторов рассматривают с разных позиций: с точки зрения причин данных изменений, и с точки зрения последствий от изменений погодных параметров для человека и природной среды в целом [1, 43, 64, 104, 105, 111, 125, 138, 152, 167, 175, 188].

Физико-географическое расположение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, в отличие от расположенных на европейской части Российской Федерации регионов на аналогичной широте, имеет некоторые существенные различия. Принято считать, что климатические показатели Северо-Западной Сибири, в том числе ХМАО – Югры, характеризуются значительной жёсткостью и большими, стабильными во времени градиентами температуры, влажности и давления атмосферного воздуха [9, 22-25, 94, 125].

В соответствие с климатическими характеристиками, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра относят к резко континентальному климату. Наблюдается суровая и продолжительная зима (со средней температурой января от минус 18 °С до минус 23 °С) и сравнительно теплое и короткое лето (средняя температура июля от плюс 16 °С до плюс 20 °С). Наибольшее значение давления атмосферного воздуха наблюдается зимой, а наименьшее – в конце лета и осенью [5, 58].

ХМАО – Югра относится к территориям, приравненным к Крайнему Северу. В связи с влиянием выше перечисленных и ряда других факторов, к

приспособительным возможностям организма людей, проживающих на данной территории, предъявляются повышенные требования [57].

Добыча и переработка природных ресурсов северных территорий занимает в экономике Российской Федерации одно из ведущих мест, а именно, в обеспечении топливно-энергетического комплекса страны. В связи с тем, что эта деятельность сопряжена с суровыми климатогеографическими условиями северных территорий, вопрос сохранения здоровья населения данной местности, особенно на территориях, где организованы крупные промышленные комплексы с повышенным уровнем загрязнения ОС, с нестабильным погодно-климатическим режимом, остается крайне актуальным [106, 110].

Люди, приехавшие на север, в состоянии здоровья чаще всего приобретают отклонения от нормы. В связи с перестройкой и ухудшением механизмов регуляции и функциональных систем, наблюдаются сдвиги равновесия вегетативной нервной системы в сторону её парасимпатического отдела, что в целом характеризует особенное течение заболеваний сердечно-сосудистых систем организма. Находясь в условиях северных территорий, у человека возникает необходимость адаптации, прежде всего к холоду. Вследствие необходимости в поддержании температурного гомеостаза в холодное время года, организм человека, проживающего на севере, находится в состоянии напряжения. Также сдвиги могут проявляться в виде развития артериальной гипертензии [54, 57, 58, 62, 63, 176, 180, 188, 190].

Воздействие погодных условий на человеческий организм происходит путём формирования приспособительных реакций центральной и вегетативной нервных систем, в частности, через закрепление условно рефлекторного влияния. По литературным данным прослеживается корреляционная зависимость психофизиологических показателей человека от изменения параметров погодных условий (*T*, *H*, *P*, магнитное поле Земли) [1, 3, 4, 12, 14, 57, 173, 178, 190]. Резкие сезонные, непериодические, межсуточные и внутрисуточные перепады таких погодно-климатических факторов, как температура и атмосферное давление занимают одно из первых мест по уровню воздействия на человеческий организм,

в частности на сердечно-сосудистую систему. Установлено, что реакция людей на изменения погодных условий наблюдается как в этот день, так и за 1-3 дня до и после перемены погодных условий [7, 22-24, 44, 48, 49]. Несмотря на недостаточную изученность метеотропных факторов, которые являются одной из причин ухудшения физиологического состояния людей, всё же можно говорить о том, что воздействие климатических условий имеют сигнальный характер, а не прямой. Кроме того, следует учитывать воздействие погодно-климатических параметров не отдельно, а в совокупности.

В процессе становления метеопатологии, как новой отрасли медицинской науки, при воздействии погодно-климатических факторов у жителей возникают метеотропные реакции. Метеотропными реакциями называют реакции организма человека, имеющие приспособительный характер и возникающие под влиянием погодных факторов.

В рамках системного подхода, выделяют внутреннюю, так называемую климатическую систему, которая состоит из элементов, взаимодействие которых устанавливает основные характерные особенности режима климатических условий. Внешние факторы контролируют внутреннюю систему. Фактор считается внешним, если он оказывает воздействие на систему, а обратного воздействия со стороны системы не получает [8, 10, 170].

Вопрос исследования закономерностей изменения погодно-климатических факторов был и остается одним из важнейших и трудноразрешимых. На условия жизнедеятельности, а также комфортность проживания людей влияют различные факторы окружающей среды, важнейшими среди которых являются климатические факторы. На северных территориях погода и климат особенно влияют на здоровье человека. Вклад климатических особенностей, а также негативных техногенных воздействий в условиях Севера может повышаться до 30-40 % [127-129]. В связи с хаотичным характером метеорологических факторов окружающей среды, хаотичный характер может носить и динамика изменений значений параметров порядка биологических динамических систем (БДС), к примеру функциональных систем организма (ФСО) [108, 109, 113].

Повышенное внимание к вопросам изменения погодно-климатических факторов за последнее время вызвало активное развитие как чисто научных, так и прикладных разработок [164, 165, 168, 177, 183]. Проблемы изменения климатических параметров являются актуальными не только для европейских стран, для которых прогнозируют резкое похолодание, но и для Российской Федерации, как высокоширотной территории.

Блинов В.Г. в коллективной монографии пишет о том, что: «...методическая база оценки последствий изменений климата для физических и биологических систем по ряду разделов требует улучшения. Некоторые подходы нуждаются в модернизации. Необходимо дальнейшее развитие методов выявления изменений в состоянии физических и биологических систем, их атрибуции (определение причин) и анализа рисков. Это относится как к научному обоснованию методов, так и их эффективности» [21]. Таким образом, методологические вопросы оценки климатических параметров в настоящее время остаются дискуссионными и продолжают обсуждаться с позиций системы многомерной оценки.

В связи с тем, что традиционные подходы не способны в полной мере оценить, описать и дать количественную характеристику основным свойствам биологических систем, появилась необходимость разработки новых научных методов оценки, в частности в таких областях как биология, экология, биофизика [55, 59, 92, 130, 131, 154, 160, 171, 172, 191]. В последнее время для описания технических и естественных систем, в том числе для описания различных БДС на многих уровнях организации живых систем, рекомендуется использовать методы теории хаоса и самоорганизации (ТХС). Для анализа параметров погодно-климатических факторов и экосреды в целом, все чаще упоминают и используют методы оценки с позиции ТХС, а также привычные методы математической статистики и теории вероятности. В научных публикациях отмечается ярко выявленный беспорядочный режим, присущий состоянию хаоса, при оценке динамики параметров погодно-климатических факторов на урбанизированных северных территориях [111, 158-163, 176].

В научных публикациях приводятся данные о влиянии параметров погодно-

климатических факторов на здоровье людей на территории, приравненной к территориям Крайнего Севера, на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, свидетельствующие о напряжённых процессах адаптации для человека, связанной с активной миграцией населения на данную территорию [53, 54, 56, 58-60].

Приток населения на активно развивающиеся северные территории РФ увеличивается, вместе с тем, актуальными становятся и вопросы сохранности здоровья и адаптационных возможностей организма человека, комфортности условий, присущих данной территории, как среде обитания для человека. При резких изменениях показателей погодных параметров, а также при трансширотном перемещении установлены изменения в показателях ФСО человека. Воздействия погодно-климатических факторов способны вызывать изменения различных показателей функциональной системы организма человека, как в сторону улучшения, так и ухудшения [53, 60, 106, 121, 127-130, 148, 155, 189].

На территории Российской Федерации в климатогеографическом отношении выделяют Европейский Север и Азиатский Север, к последнему относится Тюменская область, в состав которой входит ХМАО – Югра [42].

Климатические факторы дифференцируются на специфические и неспецифические. Холод, высокая относительная влажность, суровый аэродинамический режим относят к неспецифическим факторам. То есть, это факторы, которые встречаются и в других регионах. К специфическим факторам можно отнести изменение фотопериодизма, колебания давления атмосферного воздуха и факторы электромагнитной природы. В связи с тем, что от отрицательного влияния этих факторов не применяются социальные и другие меры защиты, организму человека необходимо использовать дополнительные биологические и медико-профилактические приёмы защиты. Адаптация человеческого организма в условиях северных территорий достигается путём напряжения и сложной перестройки гомеостатических систем [42].

Холод – один из основных параметров климатических факторов на

территории Севера. А.Б. Гудков с соавторами дает следующее определение термину «...холод – это совокупность метеорологических условий, если их воздействие на человеческий организм связано с риском возникновения различных нарушений теплового состояния или развития холодовой травмы...» [42].

Также известно, что понятие холод – это не просто низкие абсолютные значения температуры, но и охлаждающее влияние окружающей среды. На территории Севера фактор охлаждения проявляется через слабость солнечного тепла, температурный и ветровой режимы. Несмотря на то, что от холодого фактора применяются социальные меры защиты для людей, работающих на открытом воздухе в зимнее время года, этот фактор является ведущим [42].

Как следствие активации центров терморегуляции после возбуждения холодных рецепторов, активизируется эрготропная активность симпатической нервной системы, то есть избирательная активизация некоторых внутренних органов под действием СНС.

Ещё одним из основных параметров метеорологических факторов, характерных для высокоширотных территорий, является низкое абсолютное содержание водяного пара в атмосфере. На территории Севера в среднем относительная влажность имеет высокие значения – от 65 до 95 %. Но при низких отрицательных температурах абсолютное содержание водяного пара в атмосферном воздухе имеет низкие значения – от 1 до 3 мг/м³ [42].

Как считают учёные [61, 74, 130, 133, 140, 151, 190], организм человека реагирует на абсолютное содержание влаги в атмосферном воздухе, а не на относительную влажность, характеризующую процентную степень насыщения атмосферного воздуха водяным паром. На территориях, которые характеризуются холодным климатом, низкие значения абсолютной влажности наблюдаются не только на открытом пространстве, но и в помещениях различного назначения. Таким образом, сухой воздух является постоянным фактором в среде обитания людей [42].

На Севере число дней с комфортными погодными условиями по

относительной влажности (при значениях относительной влажности менее 50 %) очень мало (10-20 % от общего числа дней). При сочетании высокой относительной влажности со скоростью ветра и низкими температурами воздуха, эффект охлаждения становится более выраженным [42].

Для территории Севера типичны значительные перепады температуры и влажности атмосферного воздуха, также характерны частые колебания атмосферного давления. Это можно связать с прохождением циклонов со стороны Атлантического океана и антициклонов со стороны полярного бассейна [42, 133].

В совокупности такие климатические факторы, как колебания температуры и давления атмосферного воздуха, высокая относительная влажность и низкая абсолютная, жёсткий ветровой режим и другие, составляют особенную структуру климата на территории Севера. Сочетание климатических параметров с учётом их общебиологического действия и степени выраженности на северных территориях, относят их к зоне дискомфортных климатических условий проживания с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров. Как следствие, к ФСО человека и организму в целом, предъявляются повышенные требования.

1.2 Влияние метеорологических условий на самочувствие и здоровье человека

Совокупность геофизических факторов при формировании базовых условий жизни на определенной территории может выступать в качестве одного из основных двигателей адаптации. Реакцию организма человека на изменения погодно-климатических параметров длительное время считали патологическим или предпатологическим проявлением [30, 54, 57, 58].

По литературным данным отмечают факты, которые доказывают существование метеочувствительности, не проявляющейся как болезненный симптом. Проявления физиологической метеочувствительности отмечают у молодых и практически здоровых людей. В качестве экопатогенных факторов окружающей среды, вызывающих метеопатию, могут выступать происходящие в атмосфере природные процессы. До проявления болезненных симптомов

отмечаются менее заметные сдвиги, которые невозможно субъективно воспринимать и осознавать на первоначальных стадиях проявления. Эти незначительные изменения проявляются на психоэмоциональном уровне и поведении, а также требуют дальнейшего, более тщательного анализа на церебральном уровне [30, 133].

Полученные данные такого рода возможно использовать для усовершенствования качества исследований в широком спектре научных интересов: в области нормальной физиологии, практической медицине, в частности судебно-медицинской экспертизе, психотерапии и общей терапевтической практике [30].

Для того, чтобы дать оценку вероятности возникновения метеотропных реакций, в целях медицинского прогнозирования разработано большое количество классификаций погоды. Наибольшее распространение на территории России получила морфодинамическая классификация погод [39, 42, 53, 68, 134]. Морфодинамическая классификация погод включает в себя четыре типа погоды:

1. Тип I – весьма благоприятная погода;
2. Тип II – благоприятная погода;
3. Тип III – неблагоприятная погода;
4. Тип IV – особо неблагоприятная погода.

При медико-географическом описании территории особое значение уделяют медико-климатическим параметрам, к которым относятся характерные для данной местности природные факторы атмосферного происхождения, космического и земного, которые, так или иначе, влияют на человеческий организм. Большое количество исследований, проведённых рядом авторов, свидетельствуют о том, что погодно-климатические факторы оказывают сильное воздействие на характер физиологических процессов, протекающих в организме человека [6, 28, 29, 73, 74, 106, 166, 169, 185].

Множество метеорологических параметров влияют на человеческий организм в течение суток и, тем самым, нуждаются в тщательном контроле. Для того, чтобы дать оценку комфортности климата определённой местности

необходимо проводить комплексный биометеорологический анализ. С одной стороны, такой анализ можно рассматривать как показатель характерных черт природных условий, а с другой стороны, как возможность предупредительных действий в отношении здоровья населения и принятия своевременных профилактических мер от некоторых заболеваний. Как было показано в исследованиях, около 69 % больных различными хроническими заболеваниями ощущают на себе бремя воздействия метеорологических факторов, то есть относятся к метеочувствительным [85, 106]. А среди здорового населения к метеочувствительным можно отнести 30-40 % людей [73, 106]. Из этого следует, что необходимо использовать биометеорологические данные в различных видах деятельности человека [106].

Для решения определённых практических и теоретических задач возможно использование таких метеорологических параметров, как давление атмосферного воздуха, его температура или скорость ветра. Однако, люди в зависимости от возраста, полового признака, состояния здоровья и других факторов по-разному реагируют на одинаковые погодные условия. При этом комплекс метеорологических факторов, суммарный эффект которых постоянно влияет на организм человека, нельзя свести к воздействию какого-либо одного фактора. Таким образом следует отметить, что для биоклиматической оценки определённой местности необходимо комплексно оценивать метеорологические показатели (индексы), которые будут отражать ощущения человека, определять зоны комфорта или дискомфорта [1, 28, 29, 40, 41, 61, 106].

Возникновение метеотропных реакций можно наблюдать при резких изменениях погодных условий в целом, или при значительном изменении отдельных метеорологических или гелиофизических параметров [82, 85]. Патологические метеотропные реакции связаны с нарушением гомеостаза и адаптационных механизмов, что приводит к обострению ряда болезней [52, 82, 85, 184].

В методических рекомендациях дается следующее определение: «...Заболевание, характеризующееся чувствительностью к климатическим

факторам (климаточувствительное заболевание) – заболевание, тесно связанное с метеорологическими и/или климатическими факторами, что находит отражение в показателях территориальной заболеваемости, смертности или других показателях состояния здоровья населения и сезонном характере передачи заболеваний...» [93].

Для определения количественной взаимосвязи погодно-климатических параметров и показателей здоровья населения (количество обращений за скорой медицинской помощью, количество смертей, госпитализаций, случаев заболеваний) нужны ежедневные данные, либо сгруппированные за неделю или месяц [93].

В настоящее время сформировано представление о том, что причины и механизмы физиологической метеочувствительности, которая довольно слабо проявляется, но имеет значительное адаптивное значение, по сути является составной частью адаптации.

Хаснулин В.И. и соавторы, пишут о том, что низкая эффективность методов профилактики и лечения хронических заболеваний на территории Севера подтверждает научные данные о том, что в высоких широтах формируются и развиваются патологии. В результате исследований, проведенных на территории Таймыра, Ямала, Ханты-Мансийского автономного округа, Архангельска, Мурманска, Кировска, Сыктывкара, Шпицбергена, Чукотки, Республики Саха (Якутия) было подтверждено, что основой для развития дизадаптивных и, в дальнейшем патологических расстройств на северных территориях, является северный экологически обусловленный стресс. Казначеев В.П. такой стресс назвал «синдромом полярного напряжения» [69, 82, 85, 87, 133].

Метеочувствительность имеет достаточно большое распространение и способна проявляться при различных климатических условиях. Однако, чаще всего при непривычных погодных условиях. Некоторые люди реагируют на неустойчивость погоды так же, как и на заболевания. Таких людей называют «метеопатами» или «метеолабильными».

Одной из особенностей метеопатических реакций является то, что у большинства людей они возникают синхронно с изменениями погодноклиматических факторов или с некоторым опережением. Под воздействием погодноклиматических факторов, метеопатические реакции осложняют состояние и уменьшают результативность лечебных мероприятий, например, у лиц с риском развития артериальной гипертензии. Нельзя полностью оградить людей с повышенной метеочувствительностью от влияния погодных условий, однако нужно ослабить это воздействие. В связи с этим, изучение происхождения и развития метеопатологии у людей с риском развития артериальной гипертензии и поиск более результативных способов коррекции и уменьшения проявлений метеочувствительности являются актуальными проблемами восстановительной медицины [84].

В настоящее время проведено довольно большое количество различных научных исследований, направленных на оценку воздействия окружающей среды и его влияния на здоровье человека, а также условия его проживания. Для оценки климатических факторов разработано достаточное количество различных биоклиматических индексов и критериев, но, тем не менее, универсальные и информативные методики, охватывающие все аспекты интегрального влияния погодноклиматических факторов на самочувствие и здоровье человека, единичны [53, 54, 59, 60, 142-145]. Есть мнение о том, что традиционные подходы не применимы к сложным системам с хаотическим поведением, к которым относятся и природноклиматические системы [106].

Всемирная организация здравоохранения и другие международные организации в последнее время активно изучают вопросы глобального климатического изменения с целью разработки соответствующих защитных мер. Проведённые в настоящее время научные исследования по влиянию изменений погодноклиматических факторов на здоровье организма человека в основном используют такие показатели, как заболеваемость и смертность [87], которые обусловлены воздействием комплекса различных факторов: техногенных,

социально-экономических и изменениями климатических факторов [68, 69, 87, 134].

Одним из последствий воздействия дискомфортных и экстремальных погодно-климатических факторов является хронический стресс. Хаснулин В. И. и Хаснулина А. В. [135] в своей работе к составляющим хронического стресса относят: «...окислительный стресс, переключение метаболизма на преимущественное использование белков и жиров, активизацию синтеза гормонов стресса, напряженное функционирование иммунной, выделительной, детоксикационных и других гомеостатических систем, значительное усиление психоэмоционального напряжения» [134-136].

Следует отметить, что в ответ на изменения каких-либо климатических или геофизических параметров увеличивается метеочувствительность, как проявление дизадаптивной реакции организма человека. Метеочувствительность сопровождается плохим настроением, ухудшением самочувствия, головной болью, слабостью, повышением либо понижением артериального давления и другими обострениями хронических заболеваний [134].

Происходящие изменения климата во всем мире вызывают серьёзную озабоченность, так как последствия этих изменений всё более выражено отражаются на здоровье населения, на природных и хозяйственных системах. И на международном уровне уже приняли необходимость разработки и принятия мер для адаптации к изменениям климатических условий [31, 150, 174, 181, 182].

Территория РФ занимает первое место в мире по площади (17 125 191 км²), которая обладает большим климатическим разнообразием. И соответственно, меры адаптации для территорий с разными климатическими условиями должны различаться. Для адаптационных планов в целом выделяют три основных направления, к которым относятся: адаптационные планы снижения негативных последствий от волн жары; разработка, внедрение, применение профилактических мер и усиленный эпидемиологический надзор за климаточувствительными формами заболеваний; планы развития взаимодействия между различными

подразделениями как на местном, так и на региональном и федеральном уровнях [31].

Человечество на протяжении всей истории адаптировалось к любым климатическим условиям, их изменениям и каким-либо экстремальным явлениям [31]. В соответствии с современными представлениями при взаимодействии с окружающей средой у человека складываются разнообразные ответ-реакции на комплекс нагрузок, в результате которых организм испытывает различной степени изменения. Адаптивный характер поведения организма определяется зрелостью физиологических систем организма и адекватного воздействия факторов среды функциональным возможностям организма.

В связи с тем, что климатические условия на территории Севера относят к экстремальным, к адаптационным возможностям организма человека предъявляются повышенные требования [46, 65, 87, 89].

В литературных данных отмечается, что при воздействии каких-либо отрицательных факторов условий среды обитания возникает стресс-реакция, которая, в свою очередь, является активатором запуска механизмов адаптации. Как следствие, низкая температура атмосферного воздуха, изменения режима освещённости или уровня радиации приводит к состоянию напряжения организма людей, проживающих на территории Севера [2, 72, 122, 123, 137, 151].

В ряде работ одним из основных критериев адаптации к неблагоприятным условиям окружающей среды обитания относят репродуктивную систему, которая, как следствие их воздействия, испытывает нарушения основных функций [72]. Высокий уровень психоэмоционального напряжения и ощущаемая метеочувствительность относятся к наиболее чувствительным интегральным показателям при изменении температуры [135, 136].

В настоящее время изменение климата влечет за собой различные последствия метеорологических условий в разных районах Земли. Поэтому, проблема оценки изменения климата на региональном уровне становится наиболее актуальной, а стратегия принятия решений и адаптации человека к этим условиям зависит от результатов решения вышеуказанной проблемы [88].

В качестве одного из районов РФ, имеющих большое народно-хозяйственное значение, был выбран север Западной Сибири, который включает в себя Ямало-Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО – Югра. В этом регионе добывается основная доля нефтяных и газовых ресурсов. По этой причине несомненно и то, что именно на этой территории необходимо ожидать наиболее значительное влияние климатических изменений на экономику и инфраструктуру, включающую в себя уже имеющиеся и планируемые нефте- и газопроводы, железные и автомобильные дороги, населённые пункты [73].

1.3 Аэрогенные поллютанты как факторы риска развития и обострения кардиореспираторных патологий у населения

В настоящее время многочисленными медико-биологическими исследованиями, проведенными в разных климатических и географических зонах как на территории РФ, так и во многих зарубежных государствах, признана и доказана роль отрицательного влияния неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановки территории на состояние здоровья населения, которая выражается в загрязнении компонентов природных сред [19, 47, 72, 102, 192].

Такие составляющие компоненты среды обитания, как медицинские, социально-экономические факторы, образ жизни человека или качество объектов окружающей среды оказывают влияние на показатели популяционного здоровья населения. Многочисленные данные медико-биологических и социальных исследований последних десятилетий свидетельствуют, что состояние здоровья человека на 50-55 % сопряжено с его образом жизни, 20-25 % – определяется факторами среды обитания, на 10-15 % – генетическими факторами и на 8-10 % медицинскими факторами [19, 34, 124]. Следует отметить, что в зоне северных или приравненных к ним территорий, к которым относится и ХМАО – Югра, в сочетании с негативными техногенными воздействиями, проявляющимися в загрязнении отдельных компонентов окружающей природной среды, доля факторов качества среды обитания может достигать 30-40 %. В отдельных

случаях, вклад антропогенных факторов в возникновение отклонений показателей здоровья у проживающего в таких условиях населения может составлять от 10 до 57 % [19, 47, 72, 141].

В последнее время на территории Российской Федерации наблюдается увеличение негативного воздействия на окружающую среду, что отражается на качестве жизни населения: увеличивается частота случаев экологически зависимых заболеваний, повышается уровень смертности и, как следствие, снижается продолжительность жизни населения [146].

Человек повсеместно находится под влиянием окружающей среды, одним из важнейших компонентов которой является атмосферный воздух. В связи с тем, что поступление аэрогенных поллютантов в организм человека через атмосферу относится к одному из основных путей [139], уровень загрязнения атмосферного воздуха является важнейшим критерием качества окружающей среды.

Во многих странах проводят исследования, направленные на изучение влияния аэрогенных поллютантов на показатели здоровья населения, выявление наиболее чувствительных к загрязнению атмосферного воздуха заболеваний, анализ числа смертности населения, связанного с загрязнением [139].

Степень ответной реакции организма человека на загрязнение атмосферного воздуха зависит от индивидуальных особенностей человека, состояния здоровья и половозрастной принадлежности. Наиболее подвержены негативному воздействию аэрогенных поллютантов дети, люди пожилого и престарелого возраста [13, 107].

Основной составляющей в формировании аэрогенного риска здоровью населения является загрязнение атмосферного воздуха, следствием которого является развитие и рост экологически обусловленных заболеваний: болезни органов дыхания и системы кровообращения, заболевания иммунной и нервной систем, желудочно-кишечного тракта и др. [15, 36, 77, 90, 156, 157, 179].

Согласно результатам проведённых исследований, увеличение концентрации взвешенных частиц в атмосферном воздухе приводит к увеличению смертности от болезней органов дыхания и системы кровообращения. Также

отмечена регрессионная зависимость между вышеуказанными заболеваниями и содержанием в атмосферном воздухе диоксида азота и оксида углерода [36].

Отмечено, что на территориях, загрязненных формальдегидом, диоксидом азота, диоксидом серы заболевания органов дыхания у населения занимают лидирующее место в спектре популяционных показателей здоровья. При содержании в атмосферном воздухе фенола и диоксида азота в концентрациях, превышающих значение предельно-допустимой концентрации, установлена сильная корреляционная связь с заболеваемостью систем органов дыхания и пищеварения [36].

Одним из ключевых факторов в возникновении онкологических заболеваний (рак легкого, желудка, кожи, щитовидной железы) является загрязнение атмосферного воздуха веществами, обладающими канцерогенным действием, в частности, бенз(а)пиреном [36].

При оценке риска возникновения негативного воздействия от аэрогенных поллютантов наибольший вклад вносят такие вещества, как хром, формальдегид и бензол [16, 36].

Согласно литературных данных установлено, что концентрация загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на организм человека, не всегда превышает значения уровня ПДК, а может быть и на его уровне [13, 97].

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры к основным источникам загрязнения атмосферы относятся автотранспорт, факельные хозяйства нефтегазодобывающих предприятий, ГРЭС и др. В список приоритетных веществ, подлежащих обязательному контролю, включены: серы диоксид, углерода оксид, азота оксид, азота диоксид, фенол, формальдегид, свинец [50].

В связи с тем, что нагрузка на окружающую среду, связанная в первую очередь с производственной деятельностью и увеличением автотранспорта, неизменно растет, оценка качества экологической обстановки и её влияние на показатели здоровья весьма актуальна; снижение негативного воздействия на

организм человека можно отнести к одной из приоритетных задач региональной экологической политики [139].

Таким образом, анализ литературных источников показал, что проблема взаимоотношений человека с окружающей средой многогранна и не утратила своей актуальности и на сегодняшний день. Жизнедеятельность человека, состояние его здоровья как на популяционном, так и на индивидуальном уровне, находятся в прямой зависимости от целого комплекса факторов – социальных, климатоэкологических, медицинских и др., которые представляют собой целостную систему взаимосвязанных компонентов всех сфер деятельности человека. Многочисленные исследования последних десятилетий в области сохранности здоровья человека в эпоху техногенного прессинга на среду обитания, а также меняющихся погодно-климатических условий, свидетельствуют о наличии прямых причинно-следственных связей в системе «среда обитания – жизнедеятельность и здоровье человека» [4, 6, 13, 19, 26, 36, 40, 47, 57, 62, 65, 72, 86, 103, 136, 174, 182].

Современная стратегия экономического развития Российского государства предполагает хозяйственно-промышленное освоение новых территорий, в состав которых входят северные территории с богатейшими природными ресурсами, которые активно осваиваются в последние годы, особенно высокими темпами развиваются месторождения углеводородного сырья. ХМАО – Югра, как представитель такой северной территории, вносит существенный вклад в развитие топливно-энергетического комплекса РФ, но отличается экстремальностью условий окружающей среды, связанной как с погодными условиями, так и существенным загрязнением воздушной среды [42, 94]. Такое бремя сочетанного воздействия климатоэкологических факторов на организм человека служит высоким региональным фактором риска ухудшения социально-гигиенических условий не только для нормальной жизнедеятельности людей, но и повышения уровня заболеваемости в популяции населения в спектре климаточувствительных и экологозависимых болезней [19, 56-58, 65, 72, 74, 109, 113, 131].

В этой связи, актуальность научных исследований в вопросе воздействия экстремальных погодно-климатических условий северных урбанизированных территорий в сочетании с высоким уровнем содержания атмотехногенных поллютантов на жизнедеятельность населения и показатели общественного здоровья, представляет большой интерес для современной северной экологической медицины: необходим комплексный подход к медико-биологическим и экологическим проблемам урбанизированного Севера для разработки региональных программ по сохранности здоровья человека, а также разработки своевременных профилактических мер.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объект и дизайн исследования

Для установления количественной взаимосвязи показателей здоровья населения с погодно-климатическими факторами, используют ежедневные или сгруппированные за неделю или месяц данные медицинской статистики – количество обращений за скорой медицинской помощью, количество смертей, госпитализаций, случаи заболеваний [93].

Объектом настоящего исследования являлось изучение динамики параметров метеоусловий и аэрогенной обстановки северной территории Российской Федерации на примере г. Сургута за период 2010-2014 гг. с целью дальнейшей оценки степени влияния климатоэкологических факторов на показатели заболеваемости взрослого населения по климаточувствительным болезням.

В исследовании использованы данные единой сети наблюдений Росгидромета (температура атмосферного воздуха, относительная влажность и давление атмосферного воздуха), полученные в период 2010-2014 гг. для г. Сургута. Оценка степени загрязнения воздушной среды селитебной территории проведена по архивным материалам территориального Центра, осуществляющего мониторинг за состоянием загрязнения окружающей природной среды.

Состояние здоровья жителей оценивали на основе данных первичной обращаемости взрослого населения г. Сургута по климаточувствительным заболеваниям, включая как первичную обращаемость взрослого населения с установлением диагноза, так и случаи экстренных госпитализаций пациентов по данным учётных форм медицинской статистической отчётности лечебно-профилактических учреждений.

В исследовании учтены пол и возраст обследованного контингента пациентов. При анализе случаев обращений жителей с заболеваниями органов дыхания, эндокринной системы и органов кровообращения учтена возрастная

структура согласно классификации ВОЗ: от 25 до 44 (молодой возраст), с 44 до 60 лет (средний возраст), от 60 до 75 лет (пожилой возраст), с 75 до 90 лет (старческий возраст), после 90 (долгожители) и с 5-летним интервалом (25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79, 80-84); при анализе случаев экстренных госпитализаций с заболеваниями системы кровообращения – только по классификации ВОЗ.

На рисунке 1 представлены заболевания, наиболее чувствительные к изменениям климатических факторов, согласно методических рекомендаций [93].

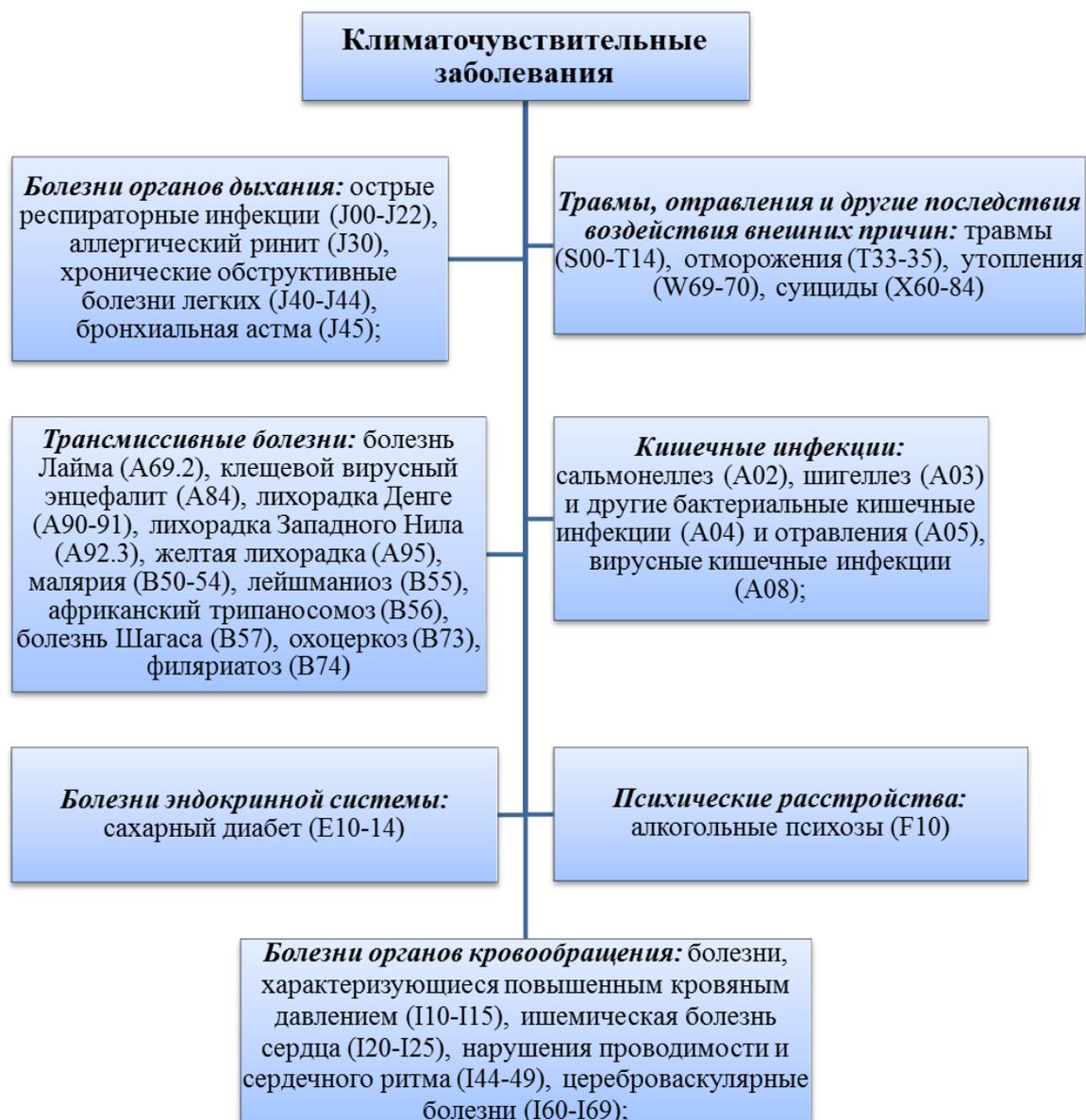


Рисунок 1 - Заболевания, характеризующиеся чувствительностью к климатическим факторам [93]

Обработка комплекса метеоэлементов (температура, влажность и давление атмосферного воздуха), анализ их динамики проводился с позиций классической математической статистики, традиционных оценочных критериев, а также методом идентификации параметров квазиаттракторов (КА) в фазовом пространстве (ФП) признаков в рамках ТХС.

На **I этапе** исследования изучалась особенность динамики погодных условий, которые подробно описывают погодно-климатическое состояние исследуемой территории. Дизайн первого блока исследования представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Дизайн первого блока исследования

На **II этапе** изучалась база данных по количеству и спектру загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на селитебной территории г. Сургута с расчётом

среднесуточных, среднемесячных и среднегодовых концентраций аэрогенных загрязнителей. Дизайн второго блока исследования представлен на рисунке 3.

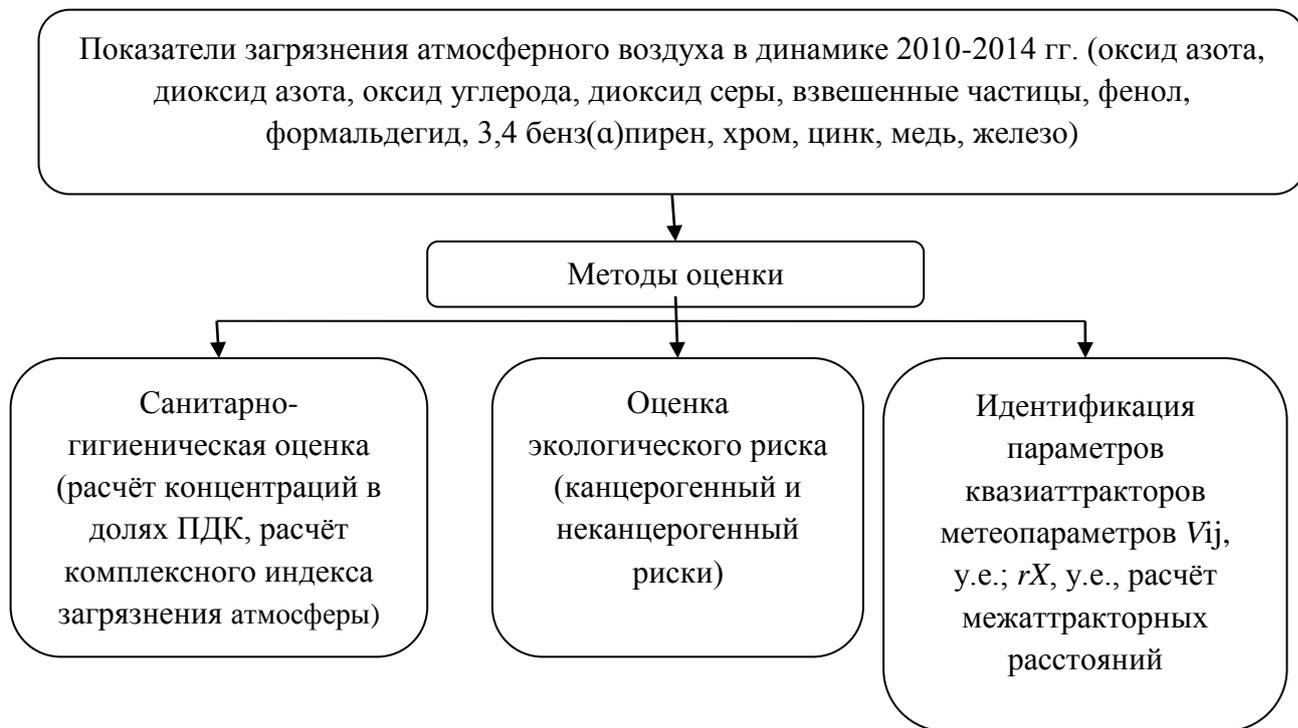


Рисунок 3 – Дизайн второго блока исследования

На **III этапе** изучалась база данных случаев экстренных госпитализаций населения г. Сургута за 2010-2014 гг. и обращаемость населения в медицинское учреждение с климаточувствительными заболеваниями в 2010 г. и их взаимосвязь с климатоэкологическими факторами. Анализировали суммарную динамику суточной, месячной, среднемесячной и сезонной картины по заболеваниям системы кровообращения, органов дыхания и эндокринной системы у жителей. Распределение пациентов по полу, возрасту и классу болезней выполнено в соответствии с Международным классификатором болезней (МКБ-10, I00-I99 болезни системы кровообращения, J00-J45 болезни органов дыхания, E10-E14 – заболевания эндокринной системы). Дизайн третьего блока исследования представлен на рисунке 4.

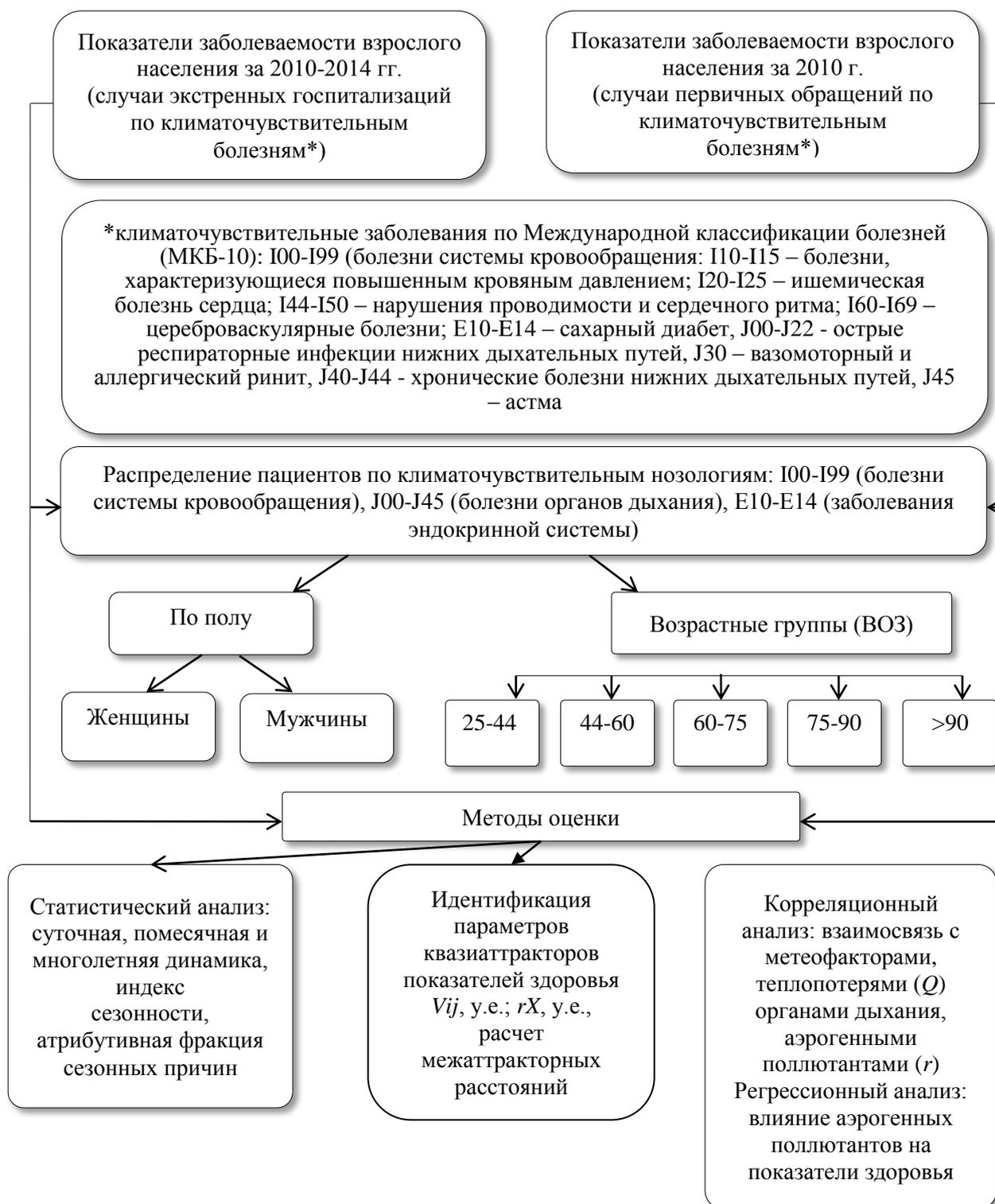


Рисунок 4 - Дизайн третьего блока исследования

2.2 Методы обработки полученных данных

Для оценки чувствительности и адаптации, как и для оценки воздействий на здоровье человека, используются одни и те же концепции, с рекомендацией следующих этапов проведения оценки [38]:

- определение масштабов оценки;
- описание распределения и бремени болезней, чувствительных к климатическим факторам на данный момент;
- выявление и описание существующих на текущий момент стратегий, направлений политики и мер, позволяющих уменьшить тяжесть болезней, чувствительных к климатическим факторам;
- изучение значений потенциального воздействия изменения климата на другие сферы человеческой деятельности;
- оценка будущего потенциального воздействия на здоровье, использование сценария изменения климата, роста численности населения и изменения других факторов в будущем, описание неопределённости;
- синтезирование результатов и составление научного доклада об оценке;
- определение дополнительных направлений политики и мер адаптации с целью снижения потенциальных негативных воздействий на здоровье, в том числе процедуры оценки результатов после реализации указанных мер [38].

В связи с тем, что не все этапы возможны и желательны для проведения оценки, в зависимости от целей и средств возможно частичное включение рекомендуемых этапов в план научного исследования.

Согласно рекомендаций [93] «к метеорологическим показателям, используемым для оценки влияния изменений климата на здоровье населения, относятся среднесуточные и максимальные показатели температуры атмосферного воздуха, относительной влажности, атмосферного давления, скорости ветра и количества осадков».

В ходе исследования нами были использованы метеорологические данные, представленные на сайте www.pogodaiklimat.ru, полученные на метеостанции г. Сургут, расположенной на широте 61.33° и долготе 73.42° на высоте 62 метра над уровнем моря. Статистическую обработку материала производили с использованием программ Microsoft Excel 2010 и STATISTICA 10.1. По дискретным суточным значениям таких параметров, как температура, относительная влажность и давление атмосферного воздуха были рассчитаны

среднесуточные и среднемесячные значения. На основе вычисления критерия Шапиро-Уилка оценивалось распределение показателей погодных факторов на подчинение закону нормальности. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с уровнем значимости $p < 0,05$.

Анализ случаев экстренных госпитализаций и количества обращений пациентов с заболеваниями системы кровообращения и органов дыхания проведён методом математической статистики (среднесуточные, среднемесячные, среднегодовые значения) с дифференцированием по полу и ранжированием по возрастным когортам населения согласно классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и с 5-летним интервалом.

В настоящее время существует множество индексов, коэффициентов и интегральных показателей влияния погодных факторов на организм человека в зимний период года [30, 71]. В холодное время года степень суровости климатических условий, в основном, определяется низкими температурами атмосферного воздуха. В нашем исследовании оценка погодных условий проведена с использованием комплексной характеристики погодных климатических параметров (жесткость погоды) на территории г. Сургута [116].

Оценка суровости холодного периода года [86] предусматривала расчёт интегрального показателя, характеризующего типологию погодных условий по баллу жесткости (индекс суровости Осокина), рассчитываемого по формуле (1).

Данный коэффициент жесткости погодных условий учитывал три погодных параметра: температуру воздуха, относительную влажность и скорость ветра:

$$S = (1 - 0,006 \cdot t) \cdot (1 + 0,20 \cdot v) \cdot (1 + 0,0006 \cdot H_k) \cdot K_v \cdot A_c \quad (1)$$

где S – жесткость погоды по Осокину (баллы); t° – температура воздуха, $С^\circ$; v – скорость ветра, м/сек; H_k – абсолютная высота местности; K_v – коэффициент, учитывающий влияние относительной влажности; A_c – коэффициент, учитывающий роль суточной амплитуды температуры. Значения используемых коэффициентов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов, используемых для определения жёсткости погодных условий

Относительная влажность воздуха, (Н, %)	До 60	61-70	71-80	81-90	91-100
Значения K_{ν}	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10

Суточная амплитуда температуры, (Т, °С)	Значения A_c
4 и менее	0,85
4,1-6,0	0,90
6,1-8,0	0,95
8,1-10,0	1,00
10,1-12,0	1,05
12,1-14,0	1,10
14,1-16,0	1,15
16,1-18,0	1,20
Более 18	1,25

В таблице 2 представлены градации жёсткости погодных условий в зависимости от баллов.

Таблица 2 – Градации типов погоды по баллу жёсткости (S, балл)

Баллы	Жесткость погодных условий
1,0	Несуровая, мягкая
1,1-2,0	Мало суровая
2,1-3,0	Умеренно суровая
3,1-4,0	Суровая
4,1-5,0	Очень суровая
5,1-7,0	Жестко суровая
Более 7,0	Крайне суровая

Для оценки динамики показателей здоровья каждого месяца за многолетний период в соответствии с рекомендациями [93], применён индекс сезонности, предполагающий суммирование интенсивного показателя для каждого месяца за весь период исследования. Полученные значения соотносились с числом лет исследования и месячных средних (Y_i). Для вычисления общей средней (Y_0) сумма

месячных средних (Y_i) делится на двенадцать. Для расчета индекса сезонности применяли следующую формулу:

$$I = Y_i / Y_0 \cdot 100\% \quad (2)$$

где I – индекс сезонности, в %; Y_i – месячные средние за период исследования; Y_0 – общая средняя [93].

В случае превышений 100 % для значений индекса сезонности (I) считается, что в этом месяце активизировались сезонные факторы [93].

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха проводилась на основе соотнесения фактических значений среднесуточных концентраций отдельных загрязняющих веществ с предельно допустимыми концентрациями (ПДК_{сс}), вычисления комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА) и их комбинированного воздействия, т.н. риска здоровью человека (HQ) от воздействия загрязняющих веществ.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы определялся как сумма единичных индексов загрязнения аэрогенных веществ (3):

$$\text{КИЗА} = \sum_{i=1}^n I_i \quad (3)$$

где I_i – индекс загрязнения атмосферного воздуха отдельной примесью, рассчитываемый по формуле (4); n – количество загрязняющих веществ.

$$I_i = \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_{\text{сс}}} \right)^{\beta_i} \quad (4)$$

где C_i – концентрация i -го ЗВ; ПДК_{сс} – предельно допустимая концентрация среднесуточная i -го ЗВ; β_i – константа для различных классов опасности по приведению к степени вредности диоксида серы (для ЗВ 1 класса опасности – 1,7; 2 – 1,3; 3 – 1; 4 – 0,9).

Общетоксический эффект от воздействия аэрогенных веществ оценивали по коэффициентам опасности (HQ) и индексам опасности (HI) для веществ однонаправленного механизма воздействия отдельных загрязнителей [101].

$$HQ = \frac{AC}{RfC} \quad (5)$$

где: HQ – коэффициент опасности; AC – средняя концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$); RfC – референтная (безопасная) концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем рассчитывали по формуле (6):

$$HI = \sum HQ_i \quad (6)$$

где HQ_i – коэффициент опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ [101].

Коэффициент опасности для кратковременных (острых), подострых и длительных воздействий рассчитывался отдельно при условии, что период усреднения экспозиций и безопасные уровни воздействия аналогичны.

Расчёт проводился по формуле (7) [101].

$$I = \left[(Ca \cdot T_{out} \cdot V_{out}) + \left(\frac{(C_h \cdot T_{in} \cdot V_{in}) \cdot EF \cdot ED}{BF \cdot AT \cdot 365} \right) \right] \quad (7)$$

где: I – величина поступления ($\text{мг}/(\text{кг}/\text{день})$); Ca – концентрация вещества в атмосферном воздухе ($\text{мг}/\text{м}^3$); C_h – концентрация вещества в воздухе жилища ($\text{мг}/\text{м}^3$), равная $C_h=1,0 \cdot Ca$; T_{out} – время, проводимое вне помещений, равное 8 (час/день); T_{in} – время, проводимое внутри помещений, равное 16 (час/день); V_{out} – скорость дыхания вне помещений, равная 1,4 ($\text{м}^3/\text{час}$); V_{in} – скорость дыхания внутри помещения, равная 0,63 ($\text{м}^3/\text{час}$); EF – частота воздействия, равная 350 (дней/год); ED – продолжительность воздействия, равная 30 (лет); BW – масса тела, равная 70 (кг); AT – период осреднения экспозиции, равный 30 (лет).

В зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха выделяют следующие уровни риска и градации популяционного здоровья:

- недопустимый уровень (10^{-3}): срыв адаптации (высокая приоритетность, требующая срочного принятия комплекса экстренных мер по снижению риска);

- неприемлемый уровень (10^{-4}): перенапряжение адаптации (высокая приоритетность, требующая идентификации опасности, проведения исследований по оценке риска для здоровья и одновременного осуществления экстренных мер по снижению риска);

- достаточно высокий уровень (10^{-5}): напряжение адаптации (средняя приоритетность, требующая идентификации опасности и принятия решений о снижении уровней риска);

- приемлемый уровень (10^{-6}): резистентность (низкая приоритетность, дополнительных мер не требуется);

- приемлемый уровень (10^{-7}): адаптация (низкая приоритетность, дополнительных мер не требуется).

Общие теплотери через органы дыхания человека, формирующиеся из затрат тепла для обогрева вдыхаемого воздуха и испарения влаги с поверхности дыхательных путей, зависят от режима температуры и влажности атмосферного воздуха [117]:

$$Q_r = P_l + LE \quad (8)$$

$$P_l = 2 \cdot 10^{-5} \cdot w \cdot b \cdot (T_l - T) \quad (9)$$

$$LE = 2,9 \cdot 10^{-2} \cdot w \cdot (l_l - l) \quad (10)$$

где Q_r – общие теплотери органами дыхания (Вт); P_l – конвективные потери тепла, идущие на нагревание воздуха при вдохе (Вт); LE – теплоотдача испарением (Вт); w – минутный объем дыхания в покое, равный 8 (л мин⁻¹); T – температура наружного (вдыхаемого) воздуха (°С); T_l – температура выдыхаемого воздуха, равная 35 (°С); l – давление водяного пара во вдыхаемом воздухе (гПа); l_l – давление водяного пара в выдыхаемом воздухе, равное 56,3 (гПа); b – нормальное давление атмосферного воздуха, равное 1013 (гПа).

Также была проведена обработка данных по случаям обращаемости и экстренных госпитализаций населения г. Сургута в течение 2010-2014 гг. Были рассчитаны суммарные показатели за сутки, месяц и за год. Суммарное количество случаев распределялось по полу, по возрасту и по нозологиям климаточувствительных заболеваний (по МКБ-10).

Экологическая взаимообусловленность показателей здоровья населения может быть обоснована с использованием метода корреляционного анализа. Данный метод подтверждает наличие зависимости между погодно-

климатическими параметрами и климаточувствительными нозологическими формами болезней. Показатель ранговой корреляции Спирмена (r_s) – это непараметрический статистический критерий, для которого не требуется нормальное распределение значений и линейная зависимость между анализируемыми данными. Поэтому, для определения достоверности и тесноты взаимосвязи показателей здоровья и динамики исследуемых метеофакторов или содержания атмосферных поллютантов, применение этого метода было более корректным, чем применение критерия линейной корреляции Пирсона.

Для оценки взаимосвязи погодно-климатических факторов и случаев заболеваемости населения была рассчитана парная корреляционная зависимость случаев экстренной госпитализации и обращаемости населения с метеочувствительными заболеваниями на фоне текущей динамики погодных параметров (температура, влажность, давление атмосферного воздуха). Также корреляционная зависимость была рассчитана с использованием временных лагов от 1 до 3 дней, как с эффектом «упреждения», так и «отставания». Для выявления функциональной зависимости влияния аэрогенных переменных на совокупные показатели популяционного здоровья населения, применён метод множественного регрессионного анализа с нахождением соответствующего уравнения регрессии.

2.3 Метод оценки динамики климатозкологических факторов окружающей среды с позиций теории хаоса и самоорганизации в m -мерном пространстве признаков

В настоящем исследовании использован алгоритм расчёта, оценивания и выявления значимости отдельных признаков при анализе динамики комплекса метеоэлементов (температура, атмосферное давление и относительная влажность атмосферного воздуха) и количественных показателей загрязняющих аэрогенных веществ (оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные частицы, фенол, формальдегид, 3,4-бенз(а)пирен) на базе программного продукта «Программы идентификации параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» [119].

Расчётная процедура основана на следующих моментах:

1. В программу расчёта для ЭВМ последовательно вводятся исходные значения исследуемых параметров в виде матриц $A^p_{ij} = \{a_{ij}^p\}$ динамической системы (ДС) по каждому из k кластеров (например, метеопараметры среды – атмосферное давление (P); – температура (T); – относительная влажность воздуха (H); или показатели содержания аэрогенных поллютантов – C_i). Данные вводятся вручную либо из текстового файла, т.е. получаем матрицу состояний для всех p кластеров в m -мерном фазовом пространстве, где i – бегущий индекс компоненты вектора ($i = 1, \dots, m$), а j – номер объекта (количество параметров) ($j = 1, \dots, n$). Иными словами, элемент такой матрицы a_{ij}^k представляет k -й кластер ДС, i -й компонент ВС для j -го параметра.

2. Производится поочередный расчет координат граней для всех i -х параметров ВС, для всех j -х параметров ($j = 1, \dots, n$) из k -го кластера ($k = 1, \dots, p$); в частности, их длины (Interval), например, для 2-х кластеров (x и y) это: $D_i^x = x_{i(\max)} - x_{i(\min)}$, $D_i^y = y_{i(\max)} - y_{i(\min)}$, где $x_{i(\min)}, x_{i(\max)}$ – координаты крайних точек, совпадающих с нижней и верхней границей фазовой области. Далее рассчитывался вектор объёмов (General Value) $V = (V_0, V_1, \dots, V_p)^T$, ограничивающих все p КА, а также показатели асимметрии (Asymmetry) в виде матриц размерности (P_{mn}) для стохастического $X_1^C = (x_{11}^c, x_{12}^c, \dots, x_{1m}^c) \dots X_p^C = (x_{p1}^c, x_{p2}^c, \dots, x_{pm}^c)$, и хаотического центров $X_1^x = (x_{11}^x, x_{12}^x, \dots, x_{1m}^x) \dots X_p^x = (x_{p1}^x, x_{p2}^x, \dots, x_{pm}^x)$, где $X_{ki}^C = \sum_{j=1}^n x_{ij} / n$ – идентификация стохастического центра КА, который находится путем вычисления среднего $\sum_{j=1}^n x_{ij} / n$ арифметического одноимённых координат точек, представляющих проекции конца вектора состояния ДС на каждую из координатных осей. Для каждого из всех P кластеров получаем, $X_{ki}^x = x_{i(\min)} + D_i^k / 2$ – идентификация хаотического центра КА, где D_i^k – ширина фазовой области КА (размер интервала изменения переменной x) в проекции на i -ю координату.

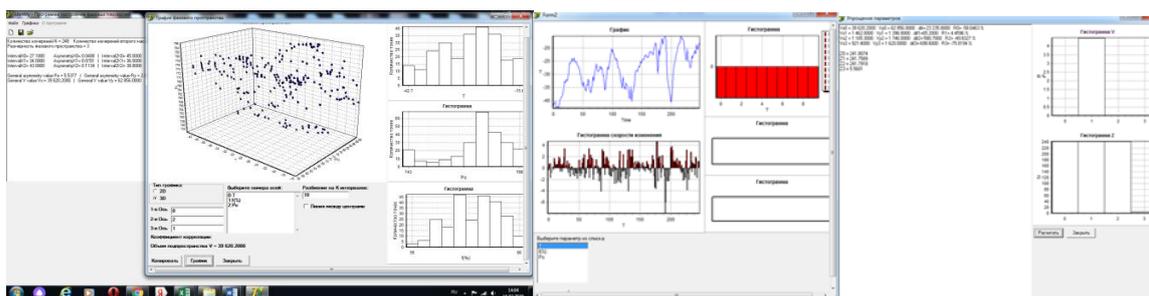
3. Вводится параметр R , показывающий степень изменения объёма КА для k -го кластера до и после уменьшения размерности фазового пространства. В исходном

приближении вычисляем $R_0 = V_0^1 - V_0^2 / V_0^1$. Здесь V_0^1 - общий объем параллелепипеда ($V_0^1 = \prod_{i=1}^m D_i^1$), внутри которого находится 1-й КА движения ВС для 1-го кластера данных в m -мерном фазовом пространстве; V_0^2 - объем параллелепипеда ($V_0^2 = \prod_{i=1}^m D_i^2$), внутри которого находится 2-й КА движения ВС для ВС 2-го кластера данных.

4. После исключения поочередно каждого из компонент вектора X , т.е. x_i для одного и другого кластера одновременно и поочередно для всех j вычисляется вторые и далее i -е приближения параметра КА $R_1 = V_i^1 - V_i^2 / V_i^1$.

Таким образом, получаем $R = (R_0, \dots, R_m)$ значений, т.е. вектор размерности m_{+1} , по которым можно определить уменьшилась или увеличилась относительная величина V КА при изменении размерности фазового пространства. При уменьшении размеров V КА, анализируются параметры системы и на основе их почти неизменности делается заключение о существенной (если параметры существенно меняются) или несущественной (параметры почти неизменны) значимости конкретного, каждого x_i компонента ВС $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$.

Программа позволяет в интерактивном режиме получать как графические портреты КА и изменение анализируемых компонент ДС в динамике, так и производить выполнение расчёта значимости (по вкладу) отдельных признаков [119], что наглядно представлено на рисунке 5.



а)

б)

в)

Рисунок 5 - Фрагмент графической иллюстрации построения фазовых портретов: а) для набора метеозлементов; построение гистограммы скорости изменения на примере температуры атмосферного воздуха; б) выделение вклада значимости существенности признака; в) по величине межаттракторных расстояний с процедурой последовательного исключения отдельных компонент при сравнении двух массивов метеоданных (на примере января 2010 г. и 2014 г.)

ГЛАВА 3. ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ И КонтРАСТЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРА

Основу результатов настоящего исследования составили данные мониторинговых наблюдений комплекса метеозаэlements и содержания загрязнения атмосферных поллютантов атмосферного воздуха в период 2010-2014 гг. в условиях г. Сургу́та. Для анализа, обработки и оценки фактологического массива данных использованы различные подходы: как традиционные методы оценки погодно-климатических факторов, так и программные средства, реализующие математическую модель и обработку данных метеорологических параметров на основе применения ТХС [119].

Проведена типизация погодных условий и их ранжирование в зависимости от значений «балла жесткости» с выявлением частоты встречаемости того или иного типа погодных условий [98].

3.1 Оценка погодных условий территории г. Сургу́та на основе традиционных способов их типизации

Из множества принятых способов оценки суровости погодно-климатических факторов (с позиций типологии погодно-климатических условий в исследуемом регионе) в настоящем исследовании использована общепринятая оценочно-бальная характеристика типизации погодных условий, а также методы математической статистики.

С применением традиционных подходов для определения типа климатических условий и их контрастов, а также тенденций изменений за пятилетний период, выполнен анализ суровости зимних месяцев (по баллам жёсткости) [98] за 2010-2014 гг. для последующей оценки воздействия климатических параметров на организм человека, проживающего в условиях территорий, приравненных к Крайнему Северу.

В частности, выполнена оценка жёсткости погодных условий по интегральному показателю, учитывающему влияние комплекса метеорологических параметров, для климатического района территории ХМАО – Югры на примере г. Сургута, как наиболее подходящей характеристики суровости климатических условий северной территории.

Оценка суровости холодного периода года [4, 71] предусматривала расчёт интегрального показателя, характеризующего типологию погодных условий по баллу жёсткости. В результате оценки получены значения баллов жёсткости за период 2010-2014 гг. На рисунке 6 представлен график динамики балла жёсткости в январе 2010 г. в сравнении с январём 2014 г., который наглядно демонстрирует высокие показатели балла жёсткости и его значительную амплитуду в 2010 г.

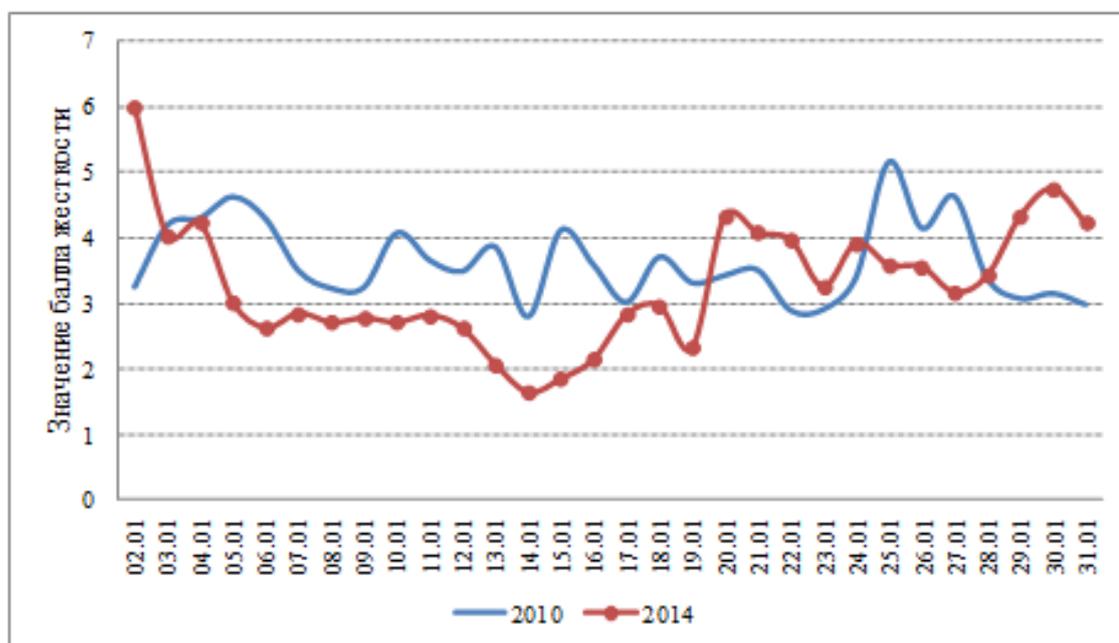


Рисунок 6 - Суровость погодных условий по баллам жёсткости (для центрального месяца января) в сравнении двух периодов наблюдений: 2010 г. и 2014 г.

Анализируя значения суровости погодных условий в зимний период времени (таблица 3) можно отметить, что погодные условия (по баллу жёсткости) в 2010 и 2014 гг. отмечались более высокими показателями, а в период с 2011 по 2013 гг. – метеобстановка характеризовалась умеренно суровым типом.

Таблица 3 - Характеристика показателей погодных условий по баллам жёсткости погоды в динамике 2010-2014 гг. (среднемесячные величины)

Год	Зимние месяцы			Среднее
	Декабрь	Январь	Февраль	
2014	2,7	3,3	3,2	3,1
2013	2,7	2,9	2,8	2,8
2012	2,6	2,7	2,3	2,5
2011	2,3	2,9	3,1	2,8
2010	3,2	3,6	3,5	3,4

Долевой вклад повторяемости «суровых-крайне суровых» типов погодно-климатических условий зимних месяцев составил 37,3 %, преобладающим типом являлся «умеренно суровый тип», его повторяемость в период 2010-2014 гг. составляла 52,7 % (таблица 4).

Таблица 4 - Ранжирование и повторяемость (N , %) типов погодных условий зимнего сезона в зависимости от балла жёсткости в динамике 2010-2014 гг. в условиях г. Сургута

Год	Типы погод						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
2014	-	12	41	23	10	1	-
2013	-	8	55	22	2	-	-
2012	-	12	56	18	2	-	-
2011	-	9	53	23	2	-	-
2010	1	2	25	43	16	-	1
Средняя частота случаев повторяемости типов погод зимнего сезона (N %)							
I	II	III	IV	V	VI	VII	
0,2	9,8	52,7	29,5	7,3	0,5	0	

В таблице 4 представлены типы погодных условий, включающие семь градаций: I – несуровая, мягкая; II – мало суровая; III – умеренно суровая; IV – суровая; V – очень суровая; VI – жестко суровая; VII – крайне суровая [86].

При анализе данных повторяемости типов погодно-климатических условий по баллу жёсткости в 2010-2014 гг. (рисунок 7) отмечено увеличение доли «мягких-умеренно суровых» типов погодных условий: начиная с 2010 г. по 2012

г. (32 % и 77 % соответственно) и незначительное снижение в 2013 г. (72 %) и 2014 г. (60 %). В отношении «суровых-крайне суровых» типов погод отмечалось снижение количества случаев (в %) таких метеоусловий. Начиная с 2010 г. повторяемость (в %) «суровых-крайне суровых» типов погодных условий снижалась с 68 % до 23 % в 2012 г., с 2013 г. наблюдалось повышение с 28 % до 40 % в 2014 г. Таким образом, полученные результаты соответствовали данным литературы о потеплении погодно-климатических условий, особенно в Западной Сибири [103].

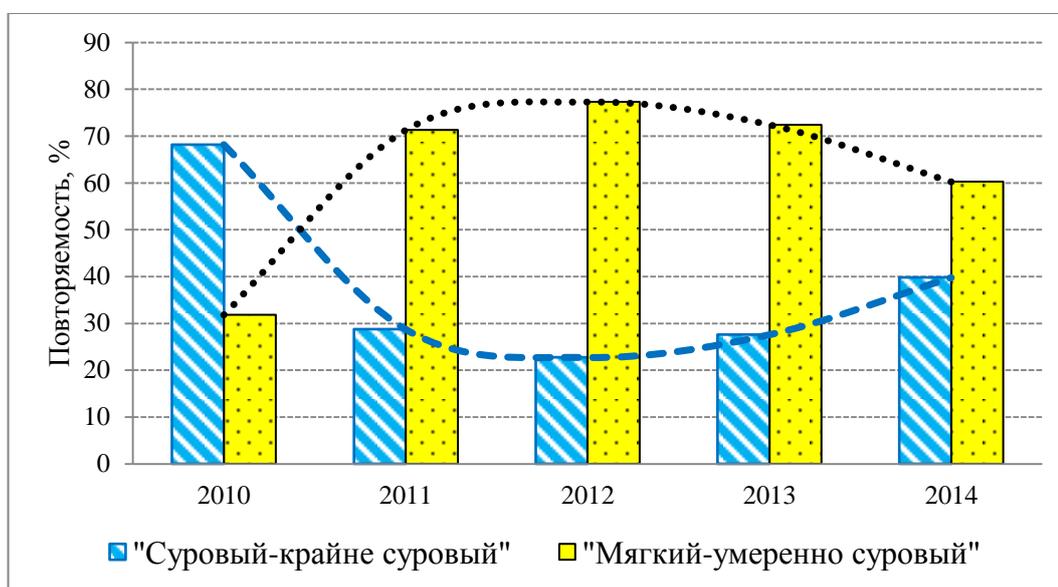


Рисунок 7 - Повторяемость «суровых-крайне суровых» и «мягких-умеренно суровых» (N %) типов погодных условий зимнего сезона в динамике 2010-2014 гг.

Анализ погодно-климатических условий зимних месяцев в период 2010-2014 гг. (по величине среднего балла жёсткости) демонстрировал высокие значения баллов жёсткости в зимние месяцы 2010 г. В зависимости от значений балла жёсткости для зимних месяцев, данные были упорядочены по типу погод и количеству их повторений в процентном соотношении. Данные, представленные на рисунке 8, указывали на преобладание таких типов погоды как «умеренно суровый» – 52,7 % и «суровый» – 29,5 %; «не суровый» и «мало суровый» тип встречался в 0,2 % и в 9,8 % случаев. Процент встречаемости «очень сурового»

типа погоды составил 7,3 %, «жёстко сурового» – 0,5 % и «крайне суровый» тип погодных условий не встречался.

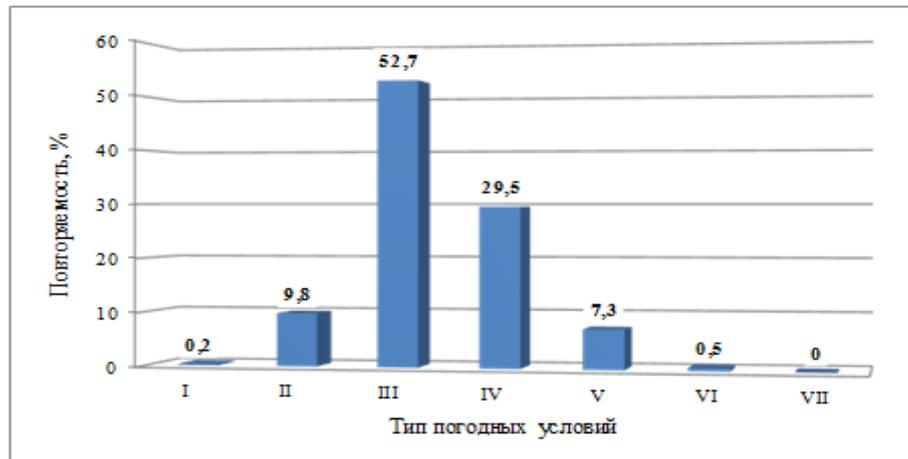


Рисунок 8 - Повторяемость (%) типов погодных условий (среднепогодное значение) в динамике 2010-2014 гг.

Анализ погодной динамики за период 2010-2014 гг. иллюстрировал высокую долю периодичности (52,7 %) «умеренно суровых» типов погодных условий для зимнего сезона в условиях г. Сургута, а также существенную амплитуду межсуточной изменчивости метеопараметров, что вполне типично для северной территории.

В последнее время многие авторы отмечают изменчивость в динамике метеорологических параметров, отмечают положительный тренд температуры атмосферного воздуха, а также снижение внутри- и межсуточной амплитуды, которая значительно различается в условиях отдельных территориях [103].

3.2 Погодно-климатические тенденции и контрасты урбанизированной территории Севера с позиций методов математической статистики

Анализируя контрастность погодно-климатических параметров по значениям их градиентов, таких как температура атмосферного воздуха (T), относительная влажность (H) и атмосферное давление (P) видно, что максимальные значения перепадов T и P отмечены в осенний сезон 2010 года.

Минимальные градиенты для T , P и H отмечены в 2014 году, что наглядно представлено в Приложении 1, таблице 1 [20].

На рисунке 9 представлена графическая динамика для градиентов атмосферного давления. Можно отметить, что в динамике значений показателей атмосферного давления выделялись 2010 и 2014 года – в эти периоды ярко выражено увеличение значений для перепадов давления атмосферного воздуха. Более детально значения градиентов давления атмосферного воздуха для 2010 г. и 2014 г. представлены на рисунке 10 (а, б).

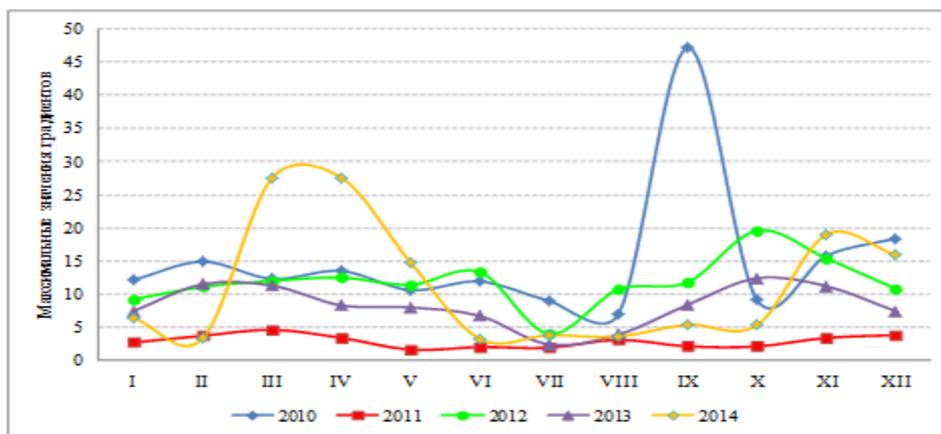
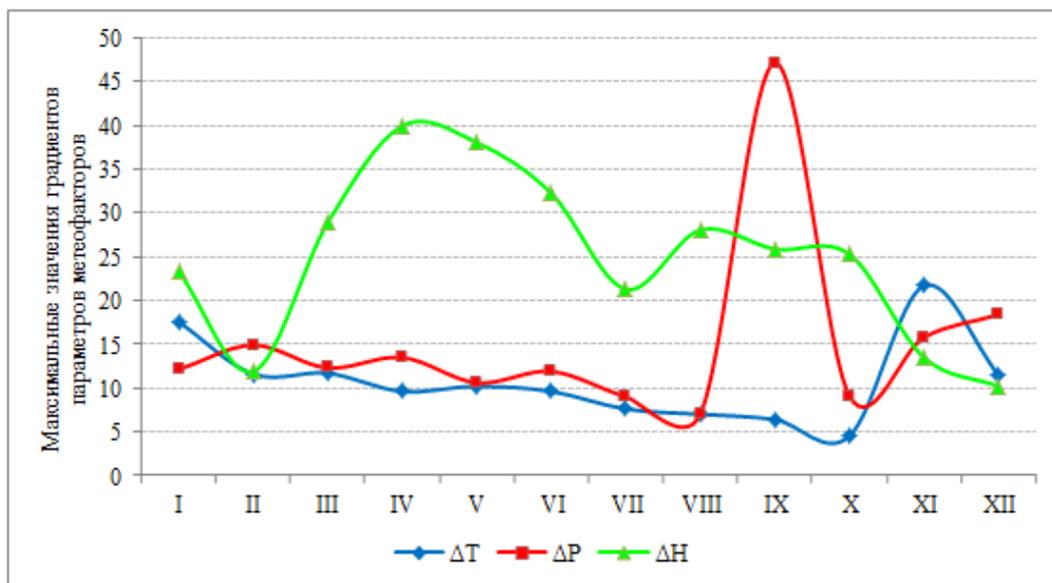
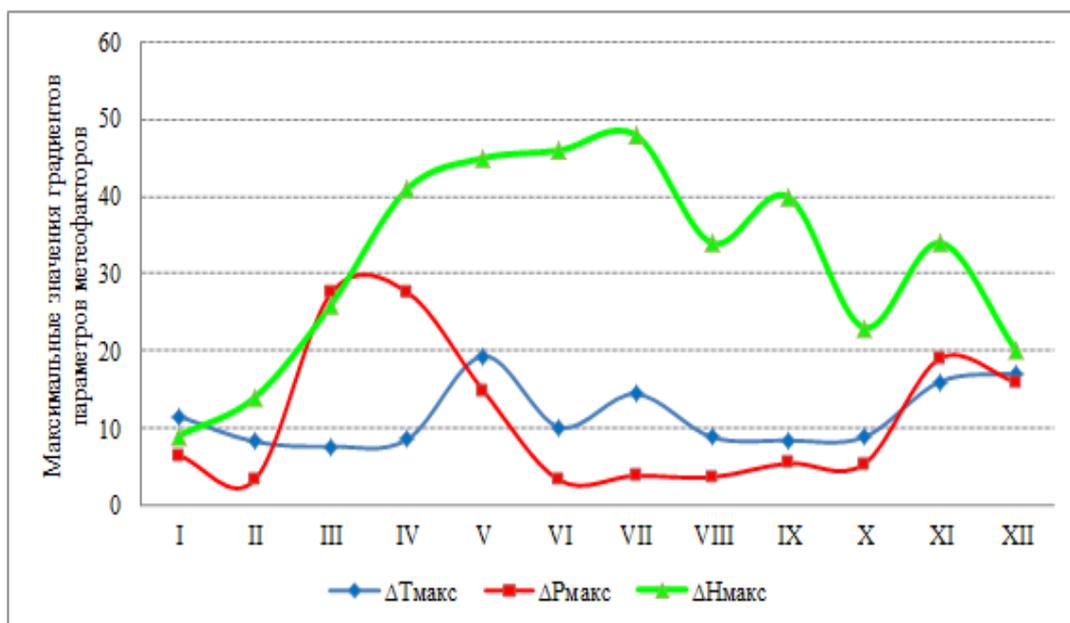


Рисунок 9 - Динамика максимальных значений градиентов давления атмосферного воздуха (P , мбар) за период 2010-2014 гг.

Видно (рисунок 10), что показатели градиентов для всех исследуемых метеофакторов (T , P , H) за период 2014 года находились примерно в одном диапазоне значений – без резких перепадов, и лишь незначительные пики увеличения этих показателей приходились на весенний и осенний периоды. Совершенно противоположная картина наблюдалась в 2010 году, для которого характерны более резкие перепады значений для показателей метеофакторов. Так, максимальный пик перепадов давления атмосферного воздуха (P) приходился на осенний период (сентябрь месяц), влажности (H) – весенний период (апрель) и температуры (T) – осенний период (ноябрь месяц).



а)



б)

Рисунок 10 - Годовая динамика погодно-климатических факторов по градиентам (суточным перепадам) метеопараметров – температуры (T , °C), давления атмосферного воздуха (P , мбар) и влажности (H , %) за период: а) 2010 г.; б) 2014 г.

Далее рассмотрена динамика изменения распределений среднесуточных температур для каждого месяца зимнего сезона года и летнего за период 2010-2014 гг., такие исследования позволяют выявить тенденции в изменении региональных погодно-климатических показателей.

Так для каждого летнего месяца был вычислен 95-й процентиль многолетнего распределения среднесуточных температур, а для каждого зимнего месяца – 5-й процентиль распределения среднесуточных температур. Указанные величины сравнивались с каждым предыдущим годом. Их разности $\Delta T_{2011-2010} = T_{2010}^{95} - T_{2011}^{95}$, $\Delta T_{2012-2011} = T_{2011}^{95} - T_{2012}^{95}$, $\Delta T_{2013-2012} = T_{2012}^{95} - T_{2013}^{95}$, $\Delta T_{2014-2013} = T_{2013}^{95} - T_{2014}^{95}$ для летних месяцев и $\Delta T_{2011-10} = T_{2010}^5 - T_{2011}^5$, $\Delta T_{2012-11} = T_{2011}^5 - T_{2012}^5$, $\Delta T_{2013-12} = T_{2012}^5 - T_{2013}^5$, $\Delta T_{2014-13} = T_{2013}^5 - T_{2014}^5$ для зимних месяцев позволяют увидеть, как со временем изменяются распределения среднесуточных температур в различные месяцы года.

Анализируя данные таблицы 5 можно отметить, что отмечалось повышение среднесуточных температур летом (июнь и август), среднесуточные температуры зимой наоборот снижались, т.е. отмечался эффект незначительного потепления. Если считать «экстремально жаркими» дни со среднесуточной температурой выше 95-го перцентиля для каждого летнего месяца, а «экстремально холодными» дни со среднесуточной температурой ниже 5-го перцентиля для каждого зимнего месяца, то за период исследования в г. Сургуте было отмечено 23 экстремально жарких дня и столько же экстремально холодных дней.

В летние месяцы (июнь и июль) число экстремальных дней значительно увеличилось, и в среднем, за каждый летний месяц на протяжении периода исследований было отмечено 1,5 экстремально жарких дня. Столько же экстремально холодных дней было зафиксировано в среднем за каждый зимний месяц в течение периода исследований, а самым «экстремально холодным» месяцем можно назвать январь, среднее количество экстремально холодных дней в этом месяце равно 3,4 (таблица 6).

Таблица 5 - Тенденции изменения многолетних распределений среднесуточных температур в зимние и летние месяцы для г. Сургута (2010-2014 гг.)

95-й процентиль	Летние месяцы			5-й процентиль	Зимние месяцы		
	июнь	июль	август		декабрь	январь	февраль
T_{2010}^{95}	19,2	20,9	20,9	T_{2010}^5	-32,0	-36,9	-34,5
T_{2011}^{95}	25,9	19,2	21,7	T_{2011}^5	-26,1	-29,5	-29,9
T_{2012}^{95}	26,4	26,9	19,1	T_{2012}^5	-31,1	-31,1	-22,6
T_{2013}^{95}	20,0	25,0	19,8	T_{2013}^5	-25,5	-35,0	-23,0
T_{2014}^{95}	24,6	22,1	19,9	T_{2014}^5	-29,2	-39,0	-34,6
$\Delta T_{2011-2010}$	6,7 ↑	1,7 ↓	0,8 ↑	$\Delta T_{2011-2010}$	5,9 ↑	7,4 ↑	4,6 ↑
$\Delta T_{2012-2011}$	0,5 ↑	7,7 ↑	2,6 ↓	$\Delta T_{2012-2011}$	5,0 ↓	1,6 ↓	7,3 ↑
$\Delta T_{2013-2012}$	6,4 ↓	1,9 ↓	0,7 ↑	$\Delta T_{2013-2012}$	5,6 ↑	3,9 ↓	0,4 ↓
$\Delta T_{2014-2013}$	4,6 ↑	2,9 ↓	0,1 ↑	$\Delta T_{2014-2013}$	3,7 ↓	4,0 ↓	11,6 ↓
$\Delta T_{2014-2010}$	1,4 ↑	0,3 ↑	0,3 ↓	$\Delta T_{2014-2010}$	0,7 ↑	0,5 ↓	0,03 ↓
$\Delta T_{2014-2010}$	лето			$\Delta T_{2014-2010}$	зима		
	0,5 ↑				0,1 ↑		

Анализ динамики среднесуточных значений температуры атмосферного воздуха для зимнего и весеннего периодов года на протяжении пяти лет демонстрировал тенденции увеличения значений данного климатического параметра, что в целом согласуется с современными данными, прогнозирующими тенденции потепления на территории Западной Сибири [103].

Таблица 6 - Количество экстремально жарких дней летом и экстремально холодных дней зимой в Сургуте

Год	Лето			Зима		
	июнь	июль	август	декабрь	январь	февраль
2014	2	1	0	0	7	2
2013	0	4	0	0	3	0
2012	7	6	0	0	0	0
2011	2	0	0	0	0	0
2010	0	1	0	0	7	4
Среднее	2,2	2,4	0	0	3,4	1,2

Как отмечают многие авторы, климатические модели предсказывают во многих регионах мира снижение типичных значений суточного перепада температур в результате глобального потепления [88, 167, 168]. Так в нашем

случае, за период 2010-2014 гг. величина суточного перепада температур в г. Сургуте менялась от $|0,0 \text{ }^\circ\text{C}|$ до $|21,7 \text{ }^\circ\text{C}|$; 5-й процентиль её распределения равен $|0,2 \text{ }^\circ\text{C}|$; среднее значение $\mu=|3,1 \text{ }^\circ\text{C}|$; 95-й процентиль составил $|8,8 \text{ }^\circ\text{C}|$; стандартное отклонение $\sigma=|2,9 \text{ }^\circ\text{C}|$. На рисунке 11 показаны сезонные различия этой величины. Среднемноголетнее значение суточных перепадов температур (градиент) имело максимальные показатели в ноябре ($|4,7 \text{ }^\circ\text{C}|$) и минимальные в октябре ($|2,0 \text{ }^\circ\text{C}|$); с марта по октябрь ожидаемое значение ниже среднегодовой величины, а в зимний период, начиная с ноября, выше среднегодовой величины.

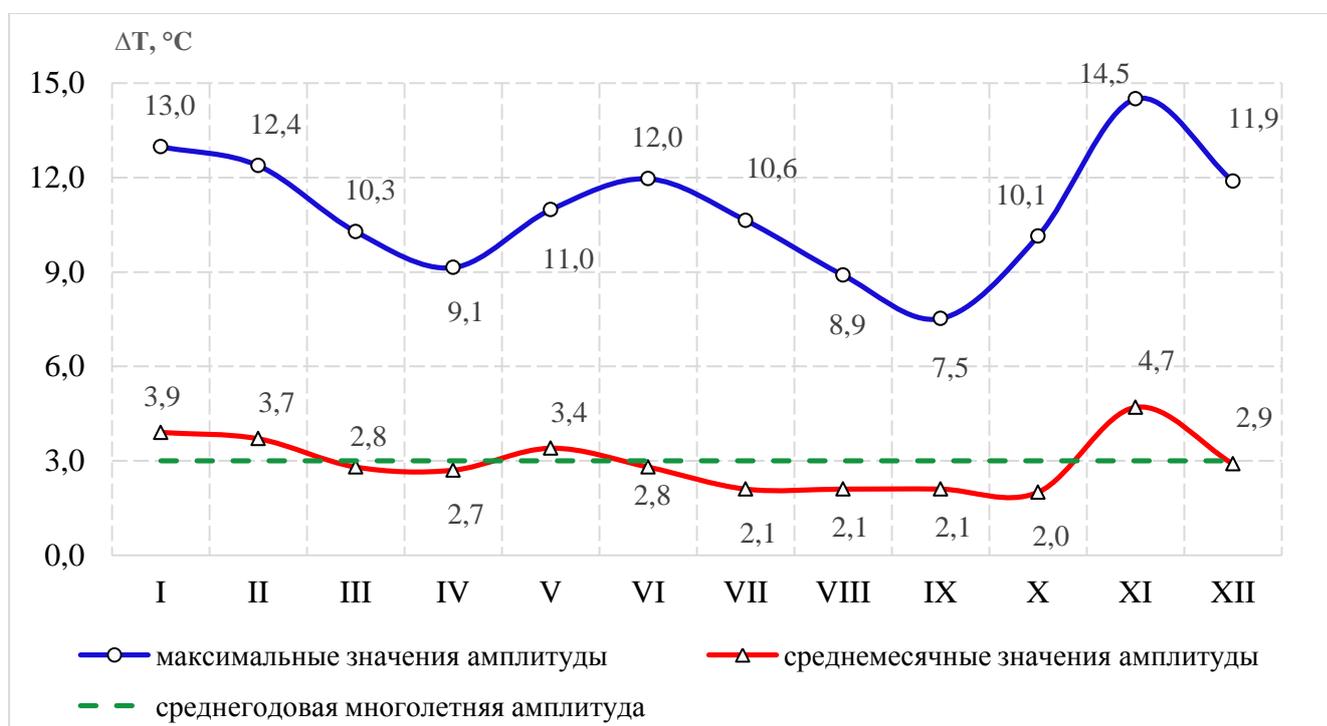


Рисунок 11 - Годовой ход динамики температурных перепадов для г. Сургута за период 2010-2014 гг. (осреднённые показатели)

Анализируя изменения среднесуточных значений влажности атмосферного воздуха (%), представленные в таблице 7 в период 2010-2014 гг. для г. Сургута, в целом можно отметить незначительное снижение значений влажности атмосферного воздуха (95-й процентиль её распределения на $|0,2| \%$ (летний период), 5-й процентиль – на $|0,02| \%$ (зимний период).

Таблица 7 - Тенденции изменения распределений среднесуточных значений влажности атмосферного воздуха (H , %) в период 2010-2014 гг. для г. Сургута

95-й процентиль	Летние месяцы			5-й процентиль	Зимние месяцы		
	июнь	июль	август		декабрь	январь	февраль
H_{2010}^{95}	81,6	91,2	95,6	H_{2010}^5	73,4	66,4	68,9
H_{2011}^{95}	89,9	83,3	93,8	H_{2011}^5	75,0	74,5	73,2
H_{2012}^{95}	79,4	86,0	85,1	H_{2012}^5	69,8	68,6	68,4
H_{2013}^{95}	88,0	78,8	90,5	H_{2013}^5	76,5	64,9	77,2
H_{2014}^{95}	83,0	91,9	90,6	H_{2014}^5	74,2	66,6	67,8
$\Delta H_{2011-2010}$	8,3↑	7,9↓	1,9↓	$\Delta H_{2011-2010}$	1,5↑	8,1↑	4,3↑
$\Delta H_{2012-2011}$	10,5↓	2,8↑	8,6↓	$\Delta H_{2012-2011}$	5,1↓	5,9↓	4,8↓
$\Delta H_{2013-2012}$	8,6↑	7,3↓	5,4↑	$\Delta H_{2013-2012}$	6,7↑	3,7↓	8,8↑
$\Delta H_{2014-2013}$	5,0↓	13,2↑	0,1↑	$\Delta H_{2014-2013}$	2,3↓	1,7↑	9,4↓
$\Delta H_{2014-2010}$	0,4↑	0,2↑	1,3↓	$\Delta H_{2014-2010}$	0,2↑	0,05↑	0,3↓
$\Delta H_{2014-2010}$	лето			$\Delta H_{2014-2010}$	зима		
	0,2↓				0,02↓		

Анализ данных, представленных в таблице 8, демонстрировал повышение среднесуточных значений давления атмосферного воздуха как для летнего периода года – на $|0,2|$, так и для зимних месяцев – на $|0,3|$ мбар.

Таблица 8 - Тенденции изменения распределений среднесуточных значений давления атмосферного воздуха (мбар) в период 2010-2014 гг. для г. Сургута

95-й процентиль	Летние месяцы			5-й процентиль	Зимние месяцы		
	июнь	июль	август		декабрь	январь	февраль
P_{2010}^{95}	1010,3	1015,	1014,2	P_{2010}^5	999,2	994,6	994,1
P_{2011}^{95}	1016,5	1021,	1018,9	P_{2011}^5	996,0	990,4	994,2
P_{2012}^{95}	1018,2	1015,	1018,6	P_{2012}^5	1006,9	1020,2	1022,9
P_{2013}^{95}	1005,1	1005,	1013,7	P_{2013}^5	988,4	988,3	987,2
P_{2014}^{95}	1007,5	1007,	1014,8	P_{2014}^5	990,2	996,6	1004,8
$\Delta P_{2011-2010}$	6,3↑	5,7↑	4,7↑	$\Delta P_{2011-2010}$	3,2↓	4,2↓	0,1↑
$\Delta P_{2012-2011}$	1,7↑	5,8↓	0,3↓	$\Delta P_{2012-2011}$	10,9↑	29,8↑	28,7↑
$\Delta P_{2013-2012}$	1,0↓	10,6↓	5,0↓	$\Delta P_{2013-2012}$	18,5↓	31,9↓	35,7↓
$\Delta P_{2014-2013}$	3,2↑	2,4↑	1,2↑	$\Delta P_{2014-2013}$	1,8↑	8,2↑	17,6↑
$\Delta P_{2014-2010}$	2,6↑	2,1↓	0,2↑	$\Delta P_{2014-2010}$	2,3↓	0,6↑	2,7↑
$\Delta P_{2014-2010}$	лето			$\Delta P_{2014-2010}$	зима		
	0,2↑				0,3↑		

Как видно из таблицы 8, максимальное значение среднесуточных перепадов значений давления атмосферного воздуха составляло |10,6| мбар в июле месяце для летнего сезона года, и |35,7| мбар в январе – для зимнего.

3.3 Неопределённость в оценке временных рядов метеорологических параметров

Исследование долговременной динамики погодно-климатических параметров, особенно если это такие метеорологические факторы, как температура, атмосферное давление или относительная влажность воздуха, в большинстве случаев предполагает использование разных подходов с применением математической процедуры по стандартизованному алгоритму: в виде расчета интегральных индексов, определения тренда, логистический анализ, установление причинно-следственной зависимости и пр.

Имеется ряд работ, указывающих на существование множества подходов в изучении объектов-систем, и большинство из них заимствованы вместе с конкретными приложениями из более старых областей науки [23]. Любая система находится в подчинении внешних факторов формирования рисков и неопределённости. Эти условия описываются в форме так называемых управляющих параметров. Климатическая система, как и любая открытая и нелинейная система, обладает способностью к самоорганизации. Однако, открытость – это необходимое, но не достаточное условие самоорганизации системы. Любая биологическая система динамична, самоорганизуема и сложно поддается прогнозированию. Поэтому для анализа процессов в самоорганизующихся и открытых системах необходимы новые подходы и методы, которые отличаются от классического системного анализа [11, 70, 73].

Анализируя неопределённость в моделях, воспроизводящих климат в прошлом, важную роль, несомненно, представляют статистические методы, в свою очередь при оценке неопределённости в моделях, служащих для

прогнозирования климата, существенное значение придается уже ТХС [26, 27, 56, 67].

Как показали полученные результаты сравнения динамики погодно-климатических параметров за пятилетний период наблюдений (2010-2014 гг.) с применением Т-критерия Уилкоксона, сезонные значения метеорологических переменных характеризовались межгодовой вариативностью, т.е. *статистически достоверные значимые различия* выборок комбинаций метеорологических факторов демонстрировали высокую долю (81,6 %). В Приложении 1, таблице 2 представлена матрица парных значений результата проверки статистической значимости для температурной изменчивости (по Т-критерию Уилкоксона) по месяцам за пятилетний период.

Анализируя данные таблицы видно, что число совпадений для парных комбинаций значений статистической значимости для температуры атмосферного воздуха в период 2010-2014 гг., удовлетворяющих условию их принадлежности к однородной совокупности ряда данных, составляло в разные месяцы года от 1 (в феврале, марте, мае, сентябре, октябре и ноябре) до 4-х случаев совпадений (в январе), что можно охарактеризовать как *разные* ряды значений, то есть динамика значений температуры атмосферного воздуха в годовом ходе периода наблюдений 2010-2014 гг. принципиально отличалась.

Как следует из Приложения 1, таблицы 2, число совпадений (k) для пар значений (по Т-критерию Уилкоксона) зимних месяцев составило 8, а в летний период – $k=6$. Такое число совпадений свидетельствовало о высоком удельном весе (73,3 % – зимний период, 80 % – летний) лет с *разной температурной динамикой*, как для зимнего, так и летнего сезонов года. Например, доля этих различий для февраля месяца за период 2010-2014 гг. составила 90,0 %, а вот «схожесть» в динамике температурного хода составляла всего лишь 10,0 %; соответственно – для летнего периода (август, Приложение 1, таблица 2) эта величина различий составила 80,0 % и «схожесть» – 20,0 %. Аналогичные величины высоких различий получены для весеннего и осеннего периодов года, что наглядно иллюстрирует график на рисунке 12.

В целом, проведённая аналогичная оценка проверки статистической значимости различий других метеорологических параметров – атмосферного давления и относительной влажности атмосферного воздуха с использованием Т-критерия Уилкоксона также характеризовалась существенно разной динамикой в сравнении исследуемых месяцев года временного периода 2010-2014 гг. Динамика погодных факторов за 5-летний период по их удельному весу (%) статистически достоверных различий характеризовалась высокими показателями, что наглядно иллюстрирует рисунок 12.

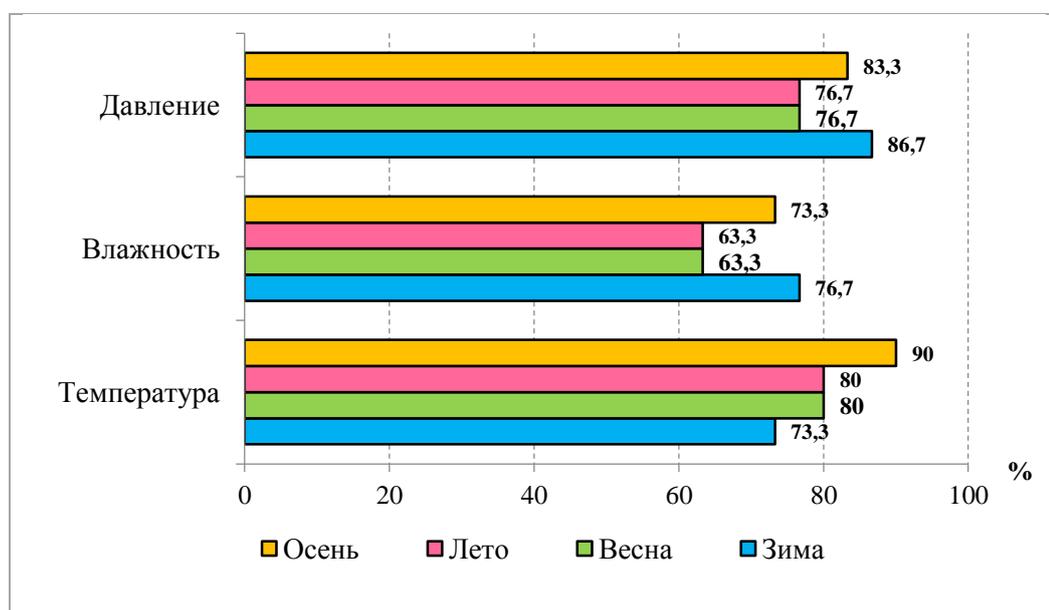


Рисунок 12 – Удельный вес (%) статистически значимых различий по Т-критерию Уилкоксона ($p < 0,05$) при сравнении сезонной динамики погодных условий на примере оценки метеорологических параметров: давления, относительной влажности и температуры атмосферного воздуха

Анализируя полученные данные результатов проверки статистической значимости различий значений давления атмосферного воздуха за пятилетний период (Приложение 1, таблица 3) отмечено, что максимальное количество совпадений (статистически значимых) наблюдалось в теплый период года (май, август), где число пар совпадений составляло $n=3$. Минимальное количество пар совпадений выявлено в зимний (январь, февраль) и осенний (сентябрь) периоды года и число пар совпадений равно 1.

Оценивая статистически значимые различия значений для давления атмосферного воздуха за период наблюдений 2010-2014 гг., представленные на рисунке 12 видно, что удельный вес (%) этих различий в зимний сезон года составлял 86,7 %, осенний – 83,3 %, весенний и летний – 76,7 %. Иными словами, поведение атмосферного давления, как метеорологического фактора, также характеризовалось наличием высокой доли (%) статистических различий.

Анализ проверки статистической значимости изменчивости для показателей влажности атмосферного воздуха (по T-критерию Уилкоксона) в годовом цикле за пятилетний период (Приложение 1, таблица 4) показал, что число совпадений для парных комбинаций этих значений, удовлетворяющих условию их принадлежности к однородной совокупности ряда данных, составляло в разные месяцы года от 1 (февраль, октябрь) до 6 случаев совпадений (апрель, август). Изменение относительной влажности демонстрировало преобладание статистически достоверных отличий в весенне-летнее время года – до 63,3 %; осенью – 73,3 % и 76,7 % в зимний период года (рисунок 12).

Очевидно, изучение региональных показателей погодно-климатических факторов имеет большое значение, поскольку погодно-климатические вариации оказывают большое влияние, как на экономику региона, так и на показатели популяционного здоровья населения. Анализ расчётов, полученных в настоящем исследовании, показал, что динамика погодно-климатических условий (по трем метеопараметрам: температура, атмосферное давление и влажность атмосферного воздуха) за 5-летний период наблюдений сильно различалась, т.е. картина «схожести» зимних, весенних или летних сезонов за этот промежуток времени практически отсутствовала – каждый год универсален.

В современной научной литературе неоднократно упоминалось о существовании ряда универсальных закономерностей динамики процессов, протекающих в окружающем нас мире, в том числе и погодно-климатических. Режимы изменений различных показателей имеют ряд общих свойств, но в то же время, они достаточно индивидуальны и имеют свои характерные особенности. Эти индивидуальные особенности могут различаться в разных временных и

пространственных масштабах, к примеру, различаться размахом, интенсивностью, продолжительностью и степенью упорядоченности этих вариаций или же наличием собственных ритмов [64, 66].

Таким образом, наличие статистически значимых различий в оценке динамики метеопараметров с позиций традиционной математической статистики (непараметрические методы), в целом указывало на их высокий удельный вес (в %).

По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО) в последние годы принята парадигма климатической изменчивости, рекомендующая учитывать не столько оценку метеорологических временных рядов (обычно за 30-летний период осреднения), сколько динамику этих изменений и вектор их направленности. Тем не менее, при оценке неопределённости в моделях, воспроизводящих климат в прошлом, важную роль, несомненно, представляют статистические методы, в то время как при оценке неопределённости в моделях, служащих для прогнозирования климата, существенное значение придается уже ТХС [112, 115].

3.4 Оценка динамики погодно-климатических факторов с позиций теории хаоса и самоорганизации в m -мерном пространстве признаков

С применением методов, базирующихся на ТХС, определён характер динамики метеорологических параметров (T , H , P) в пределах фазового пространства состояний (ФПС). В качестве динамической системы анализировали комплекс трёх метеоэлементов, представляющих собой геометрическую модель трехмерного фазового пространства в виде параллелепипеда, т.н. «квазиаттрактор» (КА), внутри которого располагаются координаты системы. Использование алгоритмов и программных продуктов на основе ТХС (разработанные в СурГУ) позволили оценить размерность этих фазовых пространств, определить их параметры с выделением существенных и значимых

признаков, а также установить характер годовой и сезонной динамики погодных условий, которая зачастую характеризовалась хаотичным режимом поведения.

В таблицах 9 и 10 представлены результаты расчёта параметров КА вектора состояния метеорологических факторов в трёхмерном пространстве, характеризующих динамику поведения каждого из этих метеоэлементов для всех месяцев за 2010-2014 гг. (г. Сургут), которые были получены с помощью «Программы идентификации параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» [111, 119].

Так, параметры значений объёмов суммарных КА метеорологических параметров в различные сезоны года за 2010-2014 гг. (таблица 9) в условиях г. Сургута значительно варьировали, например: в январе эти значения изменялись в диапазоне: $V_{ij}=2,80 \cdot 10^4 - 6,29 \cdot 10^4$ у.е., в апреле – $V_{ij}=4,93 \cdot 10^4 - 233,12 \cdot 10^4$ у.е.; в июле – $V_{ij}=2,37 \cdot 10^4 - 148,98 \cdot 10^4$ у.е., в октябре – $V_{ij}=1,97 \cdot 10^4 - 6,80 \cdot 10^4$ у.е. Показатель асимметрии, характеризующий меру количественных различий в положениях центральной точки КА геометрического (стохастического) и фактического (хаотического) центра фазовой области, траекторию которых задают координаты динамической системы – в случае полной симметричности величина данного показателя ничтожно мала или $rX \rightarrow 0$. В частности, в январе диапазон колебаний rX был в пределах значений: $rX=1,86-7,25$ у.е.; в апреле – $rX=4,29-368,57$ у.е.; в июле – $rX=3,05-359,52$ у.е.; в октябре этот показатель находился в диапазоне колебаний $rX=3,63-20,17$ у.е. (таблица 10). Вышеописанные величины и их диапазон изменений демонстрировали высокие сезонные различия (рисунок 13).

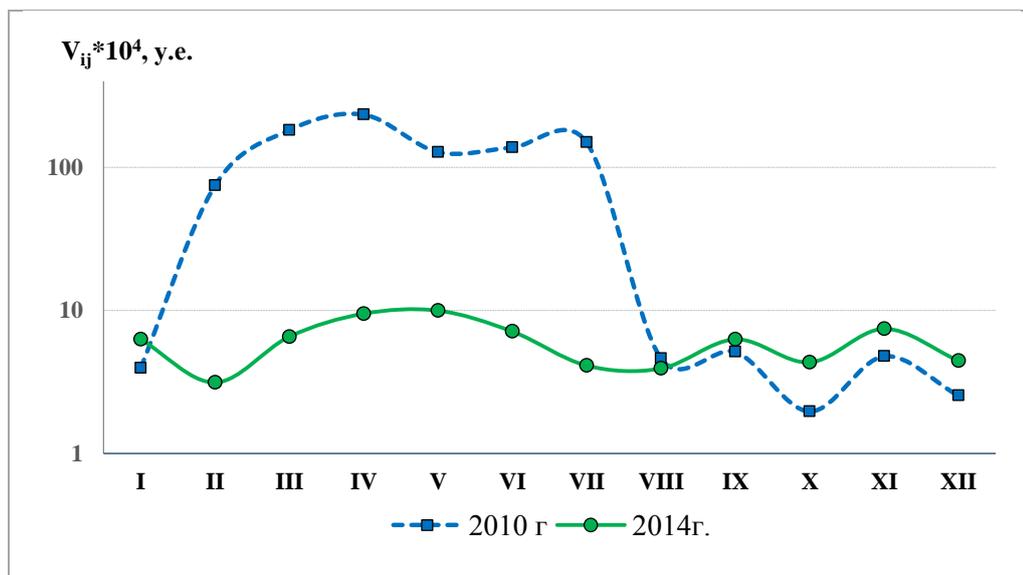


Рисунок 13 - Динамика значений объёмов квазиаттракторов метеопараметров для города Сургута в сравнении двух лет – 2010 г. и 2014 г.: по оси ОХ – месяцы года, а по оси ОУ – объёмы ($V_{ij} \cdot 10^4$ у.е.) квазиаттракторов метеопараметров

Таблица 9 - Значения параметров объёмов квазиаттракторов (V_{ij} , у.е.) вектора состояния метеопараметров г. Сургута в годовой динамике 2010-2014 гг. в трёхмерном фазовом пространстве признаков ($N = 3$)

Год/месяц	$V_{ij} \cdot 10^4$ (у.е.)				
	2010	2011	2012	2013	2014
январь	3.96	3.59	2.80	5.73	6.29
февраль	74.49	4.21	79.40	6.92	3.14
март	181.65	10.45	5.90	8.20	6.56
апрель	233.12	4.93	5.09	212.65	9.49
май	127.68	5.43	9.99	20.52	9.97
июнь	137.23	4.99	3.00	7.39	7.13
июль	148.98	2.90	2.37	2.70	4.12
август	4.61	2.98	4.52	3.15	3.93
сентябрь	5.14	114.52	201.14	3.28	6.28
октябрь	1.97	4.74	6.80	4.83	4.34
ноябрь	4.78	1.94	3.84	3.76	7.44
декабрь	2.54	2.91	3.99	3.01	4.46
V_{cp}	77.18	13.64	27.40	23.51	6.10
V_{Σ}	1003.33	177.23	356.24	305.65	79.25
Me (5-й; 95-й процентиля)	39.82 (1.97; 233.12)	4.48 (1.94; 114.62)	4.80 (2.37; 201.14)	5.28 (2.69; 212.65)	6.28 (3.14; 9.97)

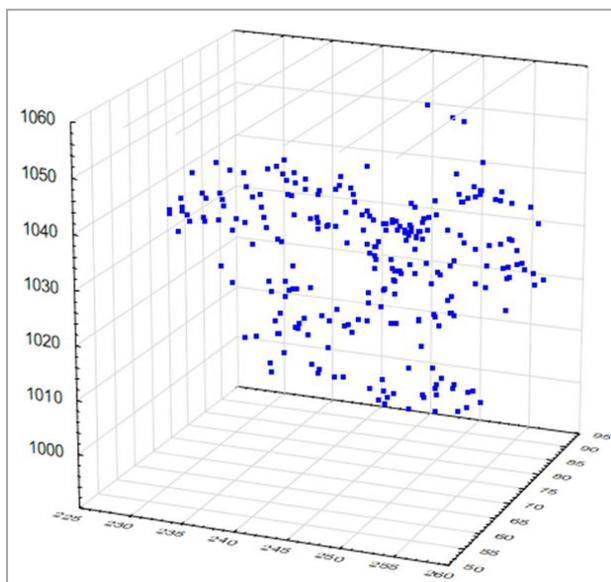
Где: V_{ij} - объём фазового пространства; N – количество фазовых переменных - (температура (T), атмосферное давление (P), относительная влажность (H) атмосферного воздуха); Me – значение медианы; (5-й; 95-й) – центильные значения.

Таблица 10 - Значения коэффициентов асимметрии (rX_{ij} , у.е.) вектора состояния метеопараметров г. Сургута в годовой динамике 2010-2014 гг. в трёхмерном фазовом пространстве признаков ($N = 3$)

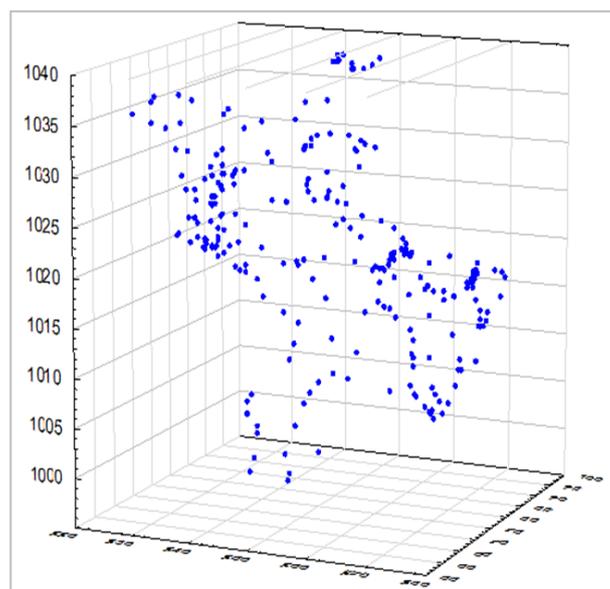
Год/месяц	rX_{ij} (y.e.)				
	2010	2011	2012	2013	2014
январь	5.54	7.25	1.86	5.14	2.80
февраль	385.75	2.43	378.47	12.21	5.03
март	366.55	11.19	7.40	4.24	7.33
апрель	368.71	4.29	5.38	492.63	10.634
май	369.09	2.47	4.42	39.06	6.61
июнь	368.39	4.82	4.83	7.91	4.38
июль	359.52	3.63	3.05	3.33	7.08
август	12.7	10.19	6.71	6.91	10.18
сентябрь	13.28	365.34	485.85	5.70	14.92
октябрь	13.26	15.80	20.17	5.93	3.26
ноябрь	5.85	1.14	3.17	7.89	8.02
декабрь	1.93	5.57	3.83	6.61	5.81
rX_{cp}	189.22	36.18	77.09	49.80	7.17
Me (5-й; 95-й перцентили)	186.40 (1.93; 385.75)	5.19 (1.14; 365.40)	5.10 (1.86; 485.85)	6.76 (3.33; 492.63)	6.84 (2.80; 14.92)

Где: rX_{ij} – коэффициент асимметрии фазового пространства; N – количество фазовых переменных – (температура (T), атмосферное давление (P), относительная влажность (H) атмосферного воздуха); Me – значение медианы; (5-й; 95-й) – центильные значения.

Основываясь на методах и программах для ЭВМ, которые были разработаны в СурГУ, получены фазовые портреты КА вектора состояния метеорологических параметров в трёхмерном пространстве, где в качестве координат были приняты показатели метеорологических факторов (T , P , H). В ряде работ мы неоднократно отмечали [111, 112], что если поведение динамической системы стохастично, то фазовая траектория (ФТ) равномерно занимает объем ФП; в случае детерминированного хаоса траектория заполняет некоторую ограниченную область фазового пространства, что наглядно иллюстрируют графические портреты квазиаттракторов метеорологических параметров в разные периоды исследований на территории г. Сургута (рисунок 14).



а)



б)

Рисунок 14 - Портреты суммарных квазиаттракторов в 3-х-мерном фазовом пространстве для января на примере двух периодов наблюдений: а) 2010 г.; б) 2014 г. для г. Сургута: по оси OX – температура, T °K; по оси OY – относительная влажность, H %; по оси OZ – атмосферное давление, P мбар

Представленные на рисунке 14 квазиаттракторы иллюстрируют разную траекторию для метеосостояний, что говорит о разном векторе направленности динамики этих координат и области сгущения в пределах фазового пространства.

Далее, процедура расчета межкластерных расстояний для комбинаций сравнений комплекса метеофакторов (квазиаттрактор) с выявлением значимости определённого признака, где в качестве кластера данных рассматривались массивы метеоданных для каждого месяца в пятилетней динамике, демонстрировала разнообразные тенденции в преобладании весомости отдельных координат ($Z1$ – температура; $Z2$ – относительная влажность воздуха; $Z3$ – атмосферное давление). Так для периода 2010-2011 гг. в 38 % случаев (комбинации сравнения наборов метеоданных) существенным признаком являлась температура ($Z1$); для 33 % – относительная влажность воздуха ($Z2$) и 29 % случаев – атмосферное давление ($Z3$) (Приложение 1, таблица 5). Сравнение динамики погодных условий 2013-2014 гг. в 100 % случаев указывала на

важность атмосферного давления, как фазовой переменной для m -мерного пространства.

В отношении *сезонных различий* можно отметить, что температура окружающего воздуха (как координата 3-мерного пространства метеосостояний) в 42 % случаев в зимний период и 17 % – летом иллюстрировала существенную значимость. Удельный вес атмосферного давления в подавляющем большинстве случаев являлся весомым компонентом для осеннего (75 %), летнего (67 %) и весеннего (50 %) сезонов; значимость относительной влажности окружающего воздуха проявлялась преимущественно в весеннем периоде года – в 33 % случаев (рисунок 15).

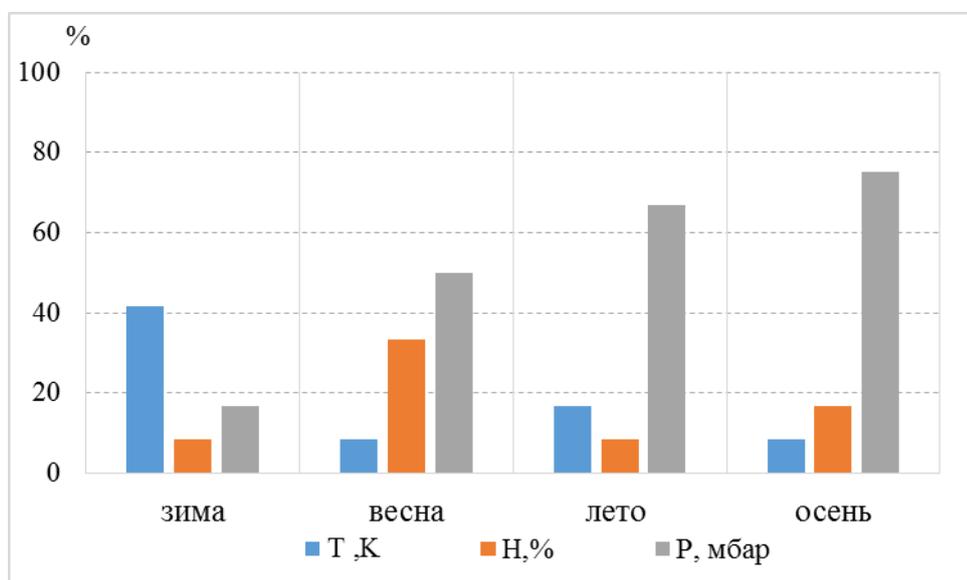


Рисунок 15 - Удельный вес значимых сезонных различий (%) отдельных метеосоставляющих при сравнении погодной динамики 2010-2014 гг. в m -мерном пространстве состояний

Выводы из Главы 3. В данной главе проанализированы погодно-климатические условия климатического района территории ХМАО – Югры на примере г. Сургута за пятилетний период (2010-2014 гг.).

- Рассмотрение погодной динамики с использованием расчётных биоклиматических индексов (S) демонстрировало суровость зимних погодных условий, с преобладанием «жестких» типов погод: от «суровых-крайне суровых» (37,3 %) до «умеренно суровых» (52,7 %), что указывало на значительную долю

дискомфортных метеоусловий для жизнедеятельности человека и здоровья населения.

- Установлено, что направленность погодно-климатических условий на региональном уровне имела тенденцию к потеплению, как в зимний, так и летний периоды, в то время как траектория метеоэлементов в годичном ходе отличалась высокой межсуточной изменчивостью: максимальная величина перепадов температуры окружающего воздуха (ΔT) достигала значений $|21,7|$ °С; атмосферного давления (ΔP) – $|47,2|$ мбар и относительной влажности (ΔH) – $|66|$ %. С позиций математической статистики на основе применения Т-критерия Уилкоксона показано, что картина «схожести» в динамике метеоэлементов за период 2010-2014 гг., имела высокую долю различий практически для всех сезонов года: для температуры – максимальные значения отличий составили 90,0 % (осень), наименьшие – 73,3 % (зима); относительная влажность – 76,7 % (зима), и 63,3 % (весна-лето); для давления атмосферного воздуха максимальные значения отличий определены в 86,7 % (зима), и минимальные – 76,7 % (весенний и летний периоды).

- Размерность параметров объёмов квазиаттракторов для комплекса метеоэлементов, рассчитанная с использованием алгоритмов на основе ТХС в m -мерном пространстве признаков, демонстрировала существенный разброс при сравнении погодных условий как в сезонном, так и межгодовом сопоставлении, кратность таких различий достигала максимальных значений летом – в 62,9 раз (июль) и весной – 47,3 раз (апрель) и минимальных – в зимний период в 2,2 раза (январь). Определена значимость метеофакторов, как координат фазового m -мерного пространства, существенно изменяющих параметры объёмов квазиаттракторов при матричном способе сравнения метеодинамики для 2010-2014 гг.: так температура окружающего воздуха в 42 % случаев – в зимний период, атмосферное давление – в осенний (в 75 %), летний (в 67 %) и весенний (в 50 %) сезоны; относительная влажность – в 33 % случаев весной. Наличие высоких значений в кратности различий при сравнении погодных условий по объёмам квазиаттракторов для комплекса метеофакторов, а также высокий

процент значимости отдельных метеоэлементов в различные сезоны года, свидетельствуют о высоких погодных контрастах данной территории.

Таким образом, выявление тенденций основных биоклиматических показателей (по комплексу метеоэлементов) как во внутригодовом ходе, так и в динамике 2010-2014 гг., предопределяет актуальность рассмотрения степени влияния метеофакторов на жизнедеятельность и здоровье населения, проживающих на северной территории Ханты-Мансийского автономного округа на примере г. Сургута.

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ г. СУРГУТА

4.1 Динамика атмосферных загрязнителей с позиций санитарно-гигиенической оценки состояния среды

Традиционно, одним из основных способов оценки качества воздушной среды является методология санитарно-гигиенического подхода, которая основана на применении критериев предельно-допустимых концентраций отдельных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [33].

Из широкого перечня аэрогенных поллютантов приоритетными загрязняющими веществами для жилой территории г. Сургута, которые подлежат регулярному наблюдению, являются такие вещества, как: оксиды азота, углерода и серы, взвешенные частицы, фенол, формальдегид, 3,4 бенз(а)пирен и соединения тяжелых металлов (Приложение 2, таблица 1 - таблица 8). В течение пятилетнего периода содержание загрязняющих веществ, которые присутствуют в атмосферном воздухе территории г. Сургута по данным мониторинговых наблюдений, демонстрировали разнонаправленную тенденцию. Так, средне сезонные концентрации *оксида азота* в течение ряда лет не превышали нормативных значений. Наибольшие концентрации оксида азота фиксировались в зимний период.

Содержание *диоксида азота* в атмосферном воздухе находилось на уровне подпороговых концентраций (0,58-1,13 ПДК_{с.с.}) и не превышали нормативных значений, за исключением 2013 года, также с максимальным содержанием в зимний период.

Сезонной зависимости в уровне загрязнения атмосферного воздуха города *оксидом углерода* не отмечалось, средне сезонные концентрации в течение года не превышали ПДК_{с.с.} и находились в интервале значений 0,32-0,33 ПДК_{с.с.}

Концентрация *диоксида серы* во все сезонные периоды не превышала ПДК_{с.с.} и составляла в среднем 0,002 мг/м³.

Концентрация *взвешенных частиц* (средне сезонная концентрация) имела незначительную тенденцию к увеличению осенью и весной, но не превышала допустимых норм и составляла в среднем 0,71 ПДК_{с.с.}

Сезонность динамики в содержании *фенола* в атмосферном воздухе практически не прослеживалась, однако имела общую тенденцию роста концентраций, превышающих нормативные значения в 2012-2013 гг. до максимальных значений в 1,25 ПДК_{с.с.}.

В годовой динамике исследуемого периода концентрация *формальдегида* в течение всех сезонов и месяцев года стабильно превышала допустимые нормы и находилась в пределах значений 0,004-0,017 мг/м³, что достигало уровня в 1,27-5,6 ПДК_{с.с.} (рисунок 16).

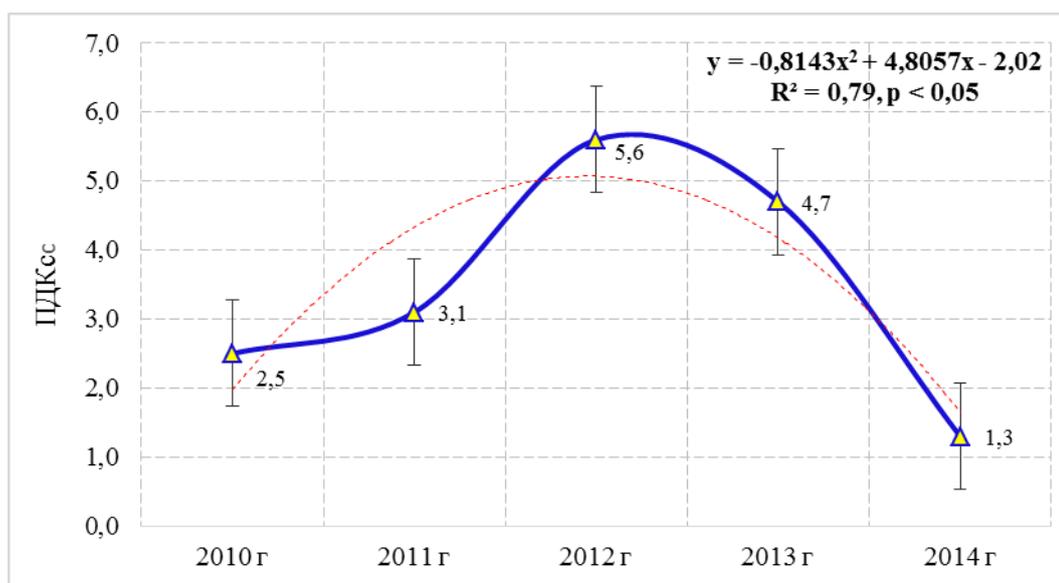


Рисунок 16 - Динамика среднегодовых концентраций формальдегида в атмосферном воздухе в г. Сургуте за 2010-2014 гг. (ПДК_{с.с.}): вертикальные линии на графике иллюстрируют пределы стандартной погрешности, сплошная – общую тенденцию

Сезонные вариации в содержании формальдегида имели общую тенденцию роста в теплый период года, что может быть связано как с природными причинами (окисление метана в тропосфере, который является сопутствующим компонентом в составе выбросов при сжигании попутного газа и в составе болотного газа: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{O} + \text{H}_2\text{O}$), так и с техногенными факторами

(увеличение числа автотранспортных средств в весенне-летний период; в среднем, обеспеченность автомобилями на 1 000 жителей в г. Сургуте составляет 495 ед.).

Заслуживает внимания обстоятельство резкого снижения содержания формальдегида в 2014 г. (рисунок 16) – практически до нормативных величин ПДК, что скорее всего, связано с изменением пороговых значений самих санитарно-гигиенических критериев. Так в 2014 г. согласно внесенных изменений в нормативные документы (ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест») [33], повышен нормативный пороговый (верхний) предел для концентрации формальдегида (ПДК_{с.с}), которая составила 0,01 мг/дм³ в сравнении с действующими ранее – 0,003 мг/дм³.

Для содержания 3,4 бенз(а)пирена, как аэрогенного поллютанта, характерна картина стабильного превышения нормативных показателей как в динамике года, так и на протяжении ряда лет (рисунок 17).

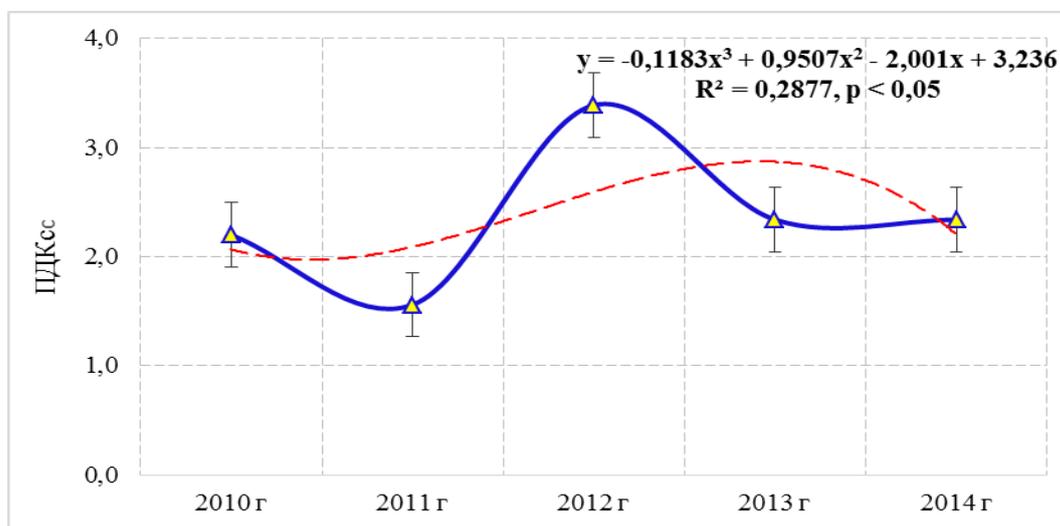


Рисунок 17 - Динамика среднегодовых концентраций 3,4 бенз(а)пирена в атмосферном воздухе в г. Сургуте за 2010-2014 гг. (ПДК_{с.с}): вертикальные линии на графике иллюстрируют пределы стандартной погрешности, штрих-линия иллюстрирует общую тенденцию

В целом, оценка содержания аэрогенных поллютантов в период 2010-2014 гг. показала (таблица 11), что уровень загрязнения атмосферного воздуха селитебной территории г. Сургута оценивался как «высокий» по осреднённому критерию КИЗА.

Таблица 11 - Уровень загрязнения атмосферного воздуха химическими поллютантами (в долях ПДК_{с.с.}) г. Сургута за период 2010–2014 гг.

Загрязняющее вещество, доли ПДК _{с.с.}	Класс	Период				
		2010	2011	2012	2013	2014
Оксид азота	3	0,39	0,43	0,47	0,43	0,43
Диоксид азота	3	0,92	0,58	0,68	1,13	0,82
Оксид углерода	4	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32
Диоксид сернистый	3	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05
Взвешенные частицы	3	0,63	0,76	0,75	0,71	0,71
Фенол	2	0,70	0,53	1,25	1,20	1,00
Формальдегид	2	2,49	3,08	5,60	4,72	1,27
3,4-бенз(а)пирен	1	2,20	1,56	3,39	2,34	2,34
КИЗА		7,69	7,29	12,53	10,90	6,93

Графическая кривая, характеризующая динамику данного показателя (рисунок 18), имела явно выраженный максимум в 2012-2013 гг. с последующим снижением к 2014 году. Такое уменьшение (по величине КИЗА) отчасти связано с изменением нормативных показателей санитарно-гигиенического критерия для формальдегида, о чём упоминалось выше.

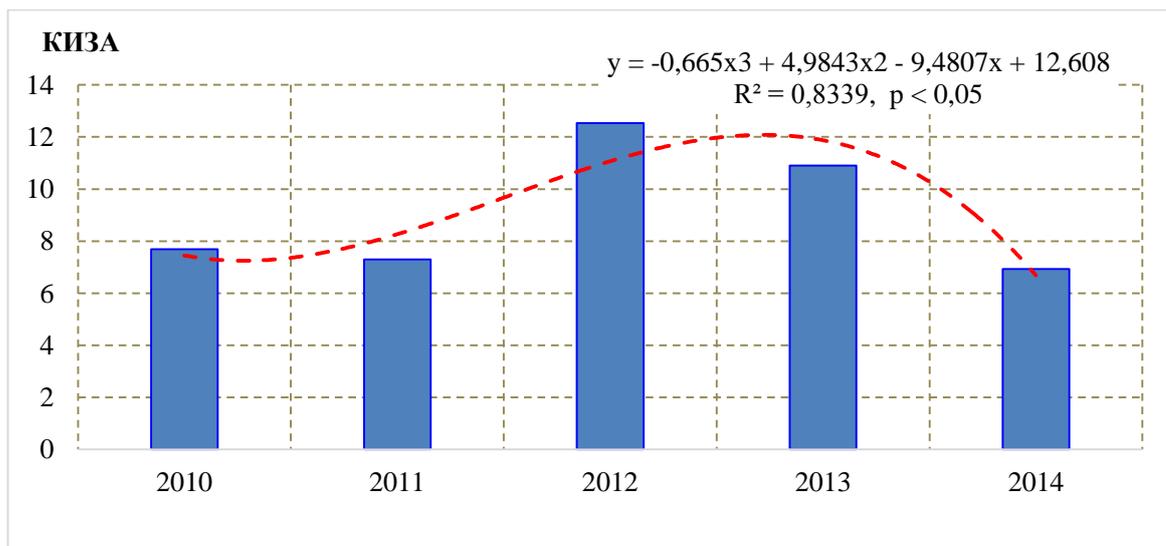


Рисунок 18 - Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Сургуте за 2010-2014 гг. по комплексному индексу (КИЗА), где штрих-линия иллюстрирует общую тенденцию

В целом, анализ загрязнения атмосферного воздуха за период 2010-2014 гг. показал, что приоритетными поллютантами для селитебной территории г. Сургута являлись такие вещества, как: формальдегид с вкладом 37,9 % в общий уровень загрязнения; 3,4 бенз(а)пирен – 26,1 %; фенол – 10,3 %; диоксид азота – 9,1 %; взвешенные частицы – 7,8 % (рисунок 19).

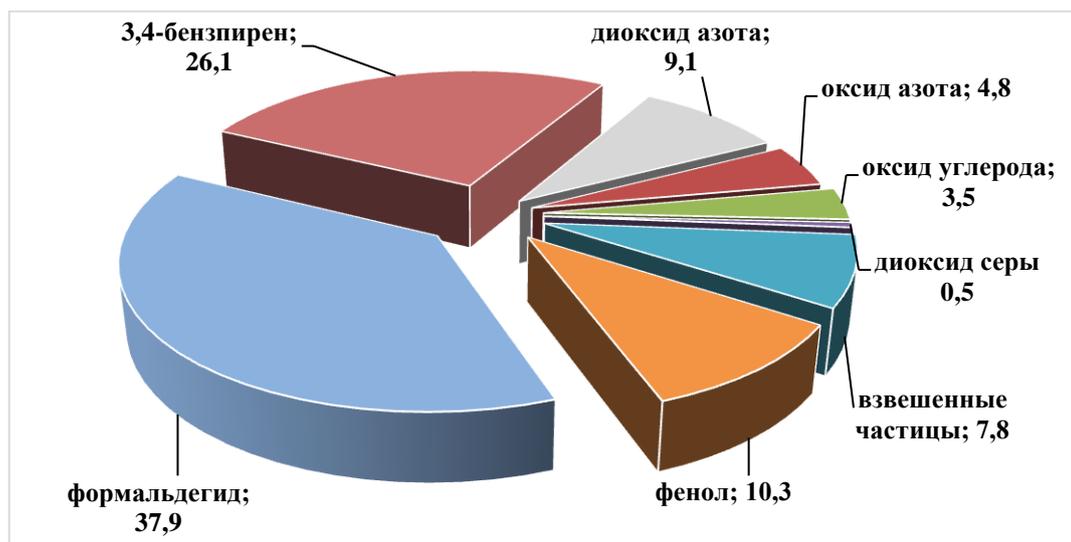


Рисунок 19 - Структура вкладов атмосферных поллютантов (%) в общий уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Сургуте за 2010-2014 гг.

Следует отметить, что уровень загрязнения атмосферного воздуха соединениями тяжёлых металлов (суммарно) на протяжении исследуемого периода характеризовался низкими значениями – 0,21-0,34 ПДК_{с.с.} (Приложение 2, таблица 5-таблица 8).

4.2 Оценка экологического риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в условиях территории г. Сургута

Процедура оценки степени загрязнения атмосферного воздуха, основанная на применимости санитарно-гигиенических подходов и использования нормированных величин (ПДК), которые регламентируют безопасность для человека от воздействия химических веществ на уровне *верхнего порога* значений

для концентраций загрязняющих агентов, в общем контексте не в полной мере отвечает современным концептуальным подходам в оценке экологической безопасности для живых организмов. В частности, не учитывается дифференциация по половозрастным параметрам в когорте населения, подверженного воздействию загрязнителей атмосферного воздуха на исследуемой территории; региональный уровень степени загрязнения воздуха (фоновые значения); не учитывается количественная мера (доза) вредного поллютанта, период экспозиции и т.п.

В этой связи, в настоящем исследовании применён подход оценки экологического риска здоровью населения от воздействия аэрогенных веществ для селитебной территории г. Сургута, т.е. рассмотрен ингаляционный маршрут воздействия этих веществ.

Концепция оценки риска на сегодняшний день является одной из востребованных научно-обоснованных методологий в практике исследования причинно-следственных связей «опасность-вероятность проявления – ущерб» [17, 36, 100]. Применительно к оценке экологического риска от воздействия комплекса химических аэрогенных загрязнителей, производится учёт потенциального негативного влияния на здоровье людей, пребывающих под экспозицией опасных поллютантов, основанный на выявлении *нижнего порога* чувствительности организма человека в реакциях «доза-ответ».

Исследования по оценке развития эффектов неканцерогенного и канцерогенного риска здоровью населения г. Сургута представлены в таблице 12. Неканцерогенные эффекты риска оценены с позиций учёта референтных (безопасных) концентраций [101] на уровне медианы и максимальных значений ($C_{\text{макс}}$) с расчетом доз загрязняющих веществ. Общетоксический эффект воздействия аэрогенных веществ оценивали по коэффициентам опасности (HQ) и индексам опасности (HI) для веществ однонаправленного механизма воздействия отдельных загрязнителей.

Как показали расчёты, основными загрязнителями атмосферного воздуха, которые вносили наибольший вклад (до 70 %) в показатели суммарного

неканцерогенного риска и имеющие высокие коэффициенты опасности ($HQ > 1.0$), являлись следующие вещества (таблица 12): формальдегид – HQ 2,73 (32,9 %); 3,4 бенз(а)пирен – HQ 1,70 (19,9 %); взвешенные частицы – HQ 1,43 (17,2 %). Такие вещества, как оксиды азота (с суммарным вкладом 14,6 % (оксид азота+диоксид азота), фенол (5,1 %), оксид углерода (3,4 %) и соединения тяжелых металлов (марганец – 2,4 %, хром – 1,8 %) несмотря на существенный суммарный вклад в характеристику неканцерогенного риска (>27 %), характеризовались невысокими (не опасными) значениями коэффициентов опасности ($HQ < 1.0$), т.е. не представляли серьезной угрозы в формировании эффектов неканцерогенного риска для здоровья населения (рисунок 20).

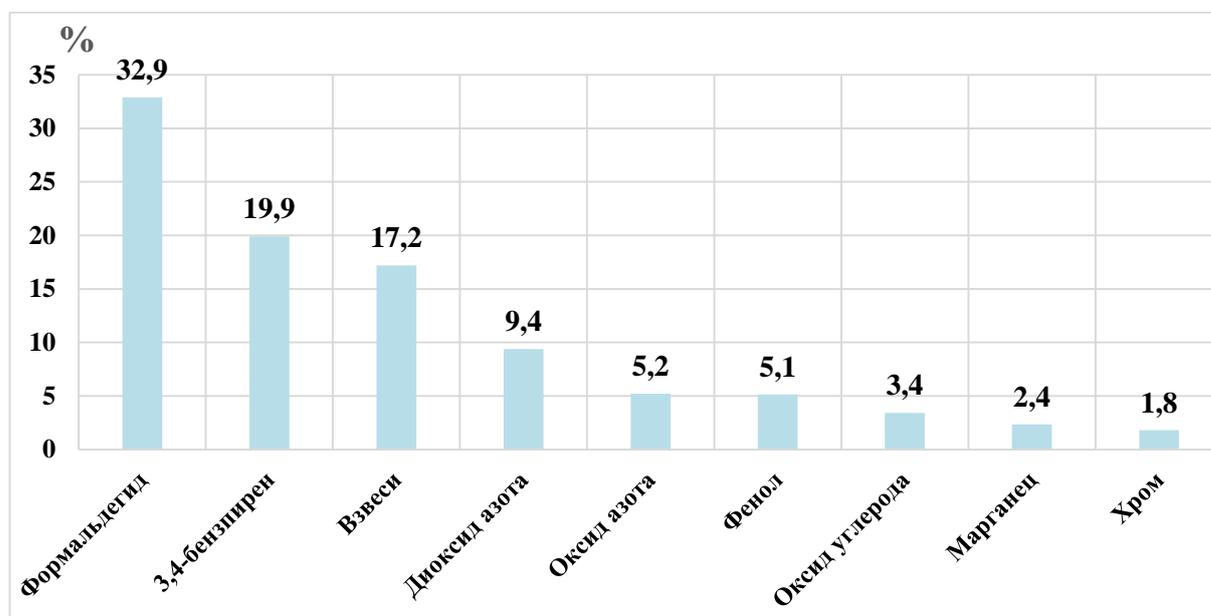


Рисунок 20 - Картина вкладов аэрогенных поллютантов (в %) в структуру неканцерогенного риска для населения г. Сургута за 2010-2014 гг.

Как видно из данных (таблица 12), суммарный неканцерогенный риск для здоровья населения г. Сургута от воздействия аэрогенных поллютантов характеризовался величиной 8,28 (HQ).

Таблица 12 - Расчётные уровни неканцерогенной и канцерогенной опасности для здоровья человека при ингаляционном маршруте воздействия аэрогенных загрязняющих веществ в г. Сургуте за 2010-2014 гг.

Загрязняющее вещество (ЗВ)	C, мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	RfC (мг/кг/сут.) ⁻¹	LADD, мг/кг/день	HQ	Ранг по неканцерогенной опасности	CR	Ранг по канцерогенной опасности
Формальдегид*	$8.2 \cdot 10^{-3}$	$3.0 \cdot 10^{-3}$	$3.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	2.73	1	$2.2 \cdot 10^{-5*}$	2
Хром* (в пересчете на хром (VI) оксид)	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	0.15	9	$3.7 \cdot 10^{-5*}$	1
Никель*	$2.4 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-7}$	0.05	10	$1.0 \cdot 10^{-7*}$	4
3,4 Бенз(а)пирен*	$1.7 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-7}$	1.70	2	$4.0 \cdot 10^{-7*}$	3
Азота II оксид	$2.6 \cdot 10^{-2}$	$6.0 \cdot 10^{-2}$	$6.0 \cdot 10^{-2}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	0.43	5		
Азота диоксид (азота IV оксид)	$3.1 \cdot 10^{-2}$	$4.0 \cdot 10^{-2}$	$4.0 \cdot 10^{-2}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$	0.78	4		
Углерода оксид	0.849	3.0	3.0	$5.0 \cdot 10^{-2}$	0.28	7		
Серы диоксид	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-2}$	$5.0 \cdot 10^{-2}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.05	11		
Взвешенные вещества	0.107	0.15	$7.5 \cdot 10^{-2}$	$6.3 \cdot 10^{-3}$	1.43	3		
Фенол (гидроксибензол)	$2.6 \cdot 10^{-3}$	$3.0 \cdot 10^{-3}$	$6.0 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$	0.43	6		
Свинец и его неорганические соединения	$4.7 \cdot 10^{-6}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-7}$	0.01	14		
Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид)	$9.8 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$6.0 \cdot 10^{-7}$	0.20	8		
Цинк оксид (в пересчете на цинк)	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-2}$	$9.0 \cdot 10^{-4}$	$1.5 \cdot 10^{-7}$	0.03	12		
Медь оксид (в пересчете на медь)	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$	$9.5 \cdot 10^{-6}$	0.01	13		

Примечание: в таблице * обозначены вещества-канцерогены; C, мг/м³ – концентрация ЗВ, среднегодовое значение; ПДК_{с.с.}, мг/м³ – санитарно-гигиенический норматив ЗВ; RfC, (мг/кг/сут.)⁻¹ – референтная (безопасная) концентрация ЗВ; LADD, мг/кг/день – среднесуточная доза поступления ЗВ; HQ – риск неканцерогенной опасности; CR – индивидуальный канцерогенный риск для человека;

Из перечня приоритетных веществ, включённых в расчет для оценки риска здоровью населения, четыре вещества обладали канцерогенным действием: формальдегид, 3,4 бенз(а)пирен, соединения хрома и никеля.

Полученная величина суммарного уровня хронического канцерогенного риска для человека составляла значение $\Sigma CR=6 \cdot 10^{-5}$, что в соответствии с критериями приемлемости риска для безопасности здоровья человека соответствует второму диапазону ($1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-4}$), т.е. приемлемому уровню риска для атмосферного воздуха, но требующему постоянного мониторингирования содержания данных веществ из-за тенденции величины к подпороговым значениям верхней границы допустимых параметров.

Оценка канцерогенного риска показала, что основной вклад приходился на соединения хрома – 62,0 % и формальдегида – 37,2 %, в совокупности эти два вещества составляли более 99 % (рисунок 21).

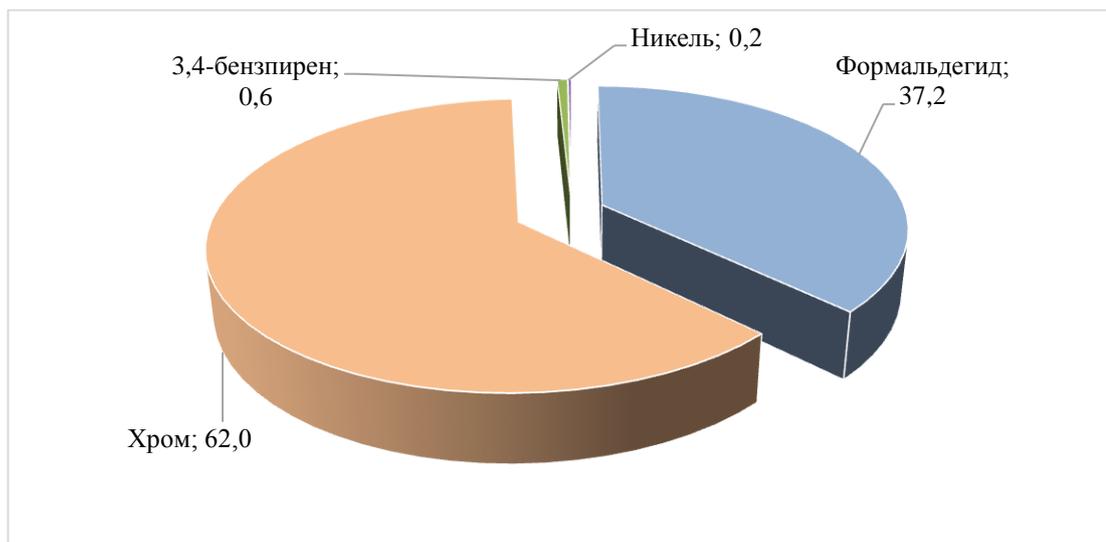


Рисунок 21 - Вклад аэрогенных поллютантов (в %) в структуру канцерогенного риска для населения г. Сургута за 2010-2014 гг.

Отметим, что с позиций санитарно-гигиенических аспектов оценивания по величине сравнения с критерием ПДК_{с.с.} для соединений хрома, среднегодовое содержание стабильно в течение 2010-2014 гг. не превышало значений нормы и составляло $0,000015 \text{ мг/дм}^3$ (при ПДК_{с.с.}= $0,0015 \text{ мг/дм}^3$), т.е. 0,01 ПДК. Процедура оценки канцерогенного риска с точки зрения опасности для здоровья человека

соединений хрома продемонстрировала высокую значимость и удельный вес в величине суммарного канцерогенного риска.

Анализ вклада аэрогенных загрязнителей с точки зрения риска для здоровья населения продемонстрировал: величина индекса опасности при суммировании *хронического неканцерогенного риска* (суммация коэффициентов опасности) для веществ с механизмом мононаправленного действия составила 13,88, при этом ведущее место представлено веществами, воздействующими на органы дыхания ($HI=6,54$), на иммунную систему ($HI=4,41$), ведущие к смертности ($HI=1,42$). Для остальных органов-мишеней, систем (эффектов) HI составил <1 , т.е. потенциальный риск вредных эффектов рассматривается как предельно малый (таблица 13).

Таблица 13 - Ранжирование индексов неканцерогенной опасности при аэрогенном маршруте атмосферных поллютантов для критических органов и систем организма людей, проживающих в г. Сургуте

Критические органы-мишени/системы (РД 2.1.10.1920-04)	Суммарный индекс неканцерогенной опасности, ΣHI	Ранг
органы дыхания	6,54	1
иммунная система	4,41	2
смертность	1,42	3

Иными словами, применимость данного подхода в оценке опасности загрязнения воздушной среды показала существенный риск в проявлении напряжённости медико-экологической ситуации для населения по поводу возникновения и течения заболеваний системы органов дыхания у жителей.

4.3 Оценка параметров квазиаттракторов состояния атмосферных поллютантов с позиций m -мерного пространства

Применённый подход оценивания динамики загрязняющих веществ атмосферного воздуха с точки зрения идентификации размерности m -мерного

пространства, где отдельные ЗВ выступают в роли координат динамической системы, показал варьирование показателей суммарных объёмов квазиаттракторов от 0,001 до 3,917 у.е. в динамике 2010-2012 гг. (Приложение 2, таблица 9). Графики, представленные на рисунке 22, демонстрировали минимальные значения для зимнего сезона года в феврале 2011 г. (0,011 у.е.), а максимальные – в феврале 2012 г. (2,028 у.е.). В весенний период года минимальное значение объёма КА приходилось на май 2010 г. (0,010 у.е.), а максимальное значение, как и для зимнего периода, отмечено в 2012 г. (в марте – 3,917 у.е.). Величины объёмов КА летнего периода в 2010 и 2011 гг. различались незначительно, в отличие от 2012 г. Так наименьший объём отмечен в июне 2010 г. (0,001 у.е.), а наибольший – в июле 2012 г. (3,654 у.е.). Осенний период в трехлетней динамике демонстрировал схожие значения объёмов КА, с минимальным значением в ноябре 2011 г. (0,005 у.е.) и максимальным в сентябре 2010 г. (0,075 у.е.).

В целом, картина динамики значений объёмов квазиаттракторов аэрогенных поллютантов демонстрировала их увеличение от 2010 г. к 2012 г. (рисунок 22).

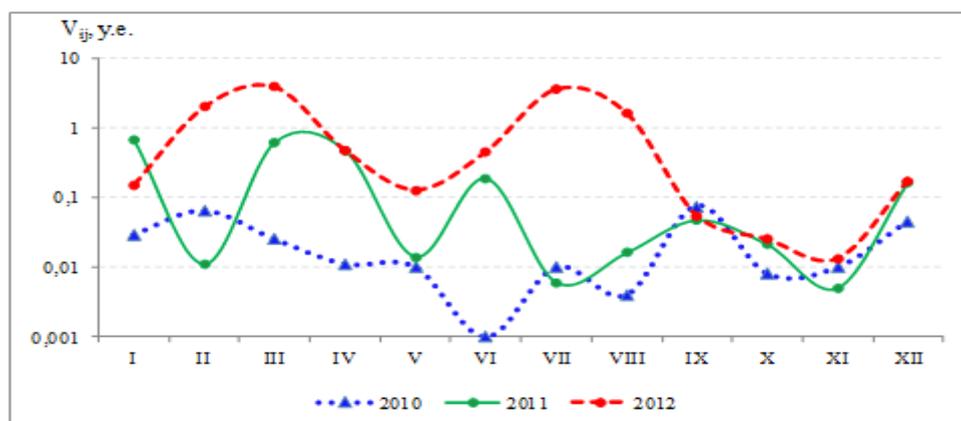


Рисунок 22 - Динамика размерности объёмов квазиаттракторов загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Сургута в сравнении 2010-2012 гг.: по оси OX – месяцы года; по оси OY – объёмы (V_{ij} у.е.) квазиаттракторов загрязняющих веществ атмосферного воздуха

Показатели коэффициентов асимметрии (средние значения) фазового пространства вектора состояния аэрогенных поллютантов в динамике 2010-2012

гг. демонстрировали тенденцию увеличения от 2010 г. к 2012 г., как и объёмы КА (Приложение 2, таблица 9). Минимальное значение коэффициента асимметрии отмечено в феврале 2011 г. (0,232 у.е.), а максимальное в сентябре 2012 г. (2,156 у.е.).

Попарное сравнение комплекса данных атмосферных поллютантов с оцениванием их межкластерных расстояний, а также установление важных признаков, т.н. «параметров порядка динамической системы» (Z_{ij}), которые в процессе их исключения из расчёта значительно изменяют размерность квазиаттрактора, позволили установить наиболее значительные признаки.

Так, при выявлении значимых признаков из кластера данных концентраций загрязняющих веществ атмосферного воздуха (в долях ПДК) для каждого месяца в динамике 2010-2012 гг., в качестве координат были приняты следующие аэрогенные поллютанты: $Z1$ – оксид азота, $Z2$ – диоксид азота, $Z3$ – оксид углерода, $Z4$ – взвешенные частицы, $Z5$ – фенол, $Z6$ – формальдегид, $Z7$ – 3,4-бенз(а)пирен (Приложение 2, таблица 10). Сравнение аэрогенной обстановки в динамике трёхлетнего периода выявило значимость отдельных загрязняющих веществ по величине их вклада.

Удельный вес значимых различий аэрогенных поллютантов за трёхлетний период, представленный на рисунке 23, демонстрировал важность формальдегида (в 54 %), как фазовой переменной для m -мерного пространства; в 27 % случаев значимым признаком являлся 3,4-бенз(а)пирен. В меньшей мере отмечалась значимость оксида азота (как координаты m -мерного пространства) – в 4 % случаев, диоксида азота – в 13 % и фенола – в 8 %. Оксид углерода и взвешенные частицы как значимые признаки не отмечены.

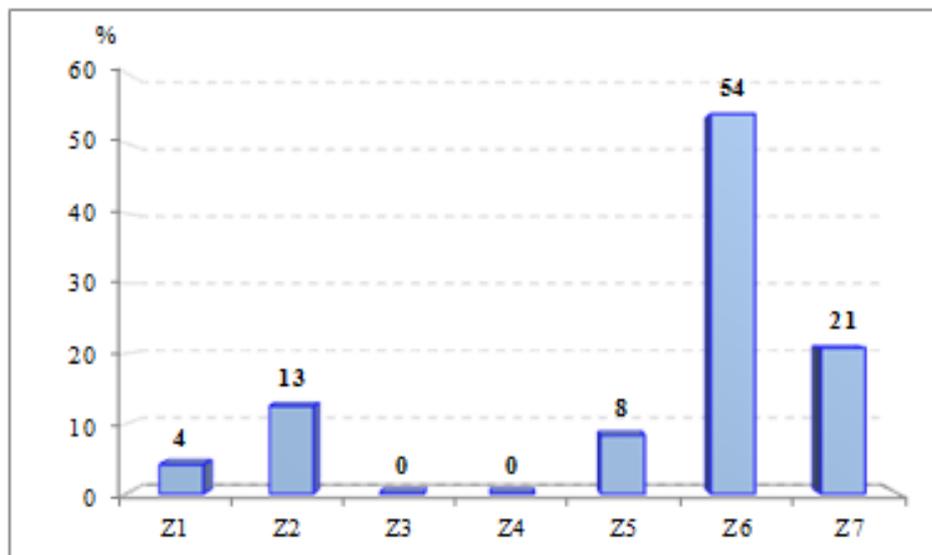


Рисунок 23 - Удельный вес (%) значимых различий отдельных загрязняющих веществ атмосферного воздуха в сравнительной динамике 2010-2012 гг. в m -мерном пространстве состояний: где Z1 – оксид азота; Z2 – диоксид азота; Z3 – оксид углерода; Z4 – взвешенные частицы; Z5 – фенол; Z6 – формальдегид; Z7 – 3,4-бенз(а)пирен

В отношении сезонных различий (рисунок 24) можно отметить, что концентрация формальдегида (как координата m -мерного пространства загрязнения атмосферного воздуха) в 67 % случаев в весенний, летний и осенний периоды демонстрировала существенную значимость. Удельный вес 3,4-бенз(а)пирена в 33 % случаев для зимнего и весеннего периодов являлся весомым компонентом, в 17 % для осеннего сезона, и в летний период не был отмечен как значимый признак. Диоксид азота демонстрировал единообразие значений удельного веса в зимний, летний и осенний периоды года и был равен 17 %. Значимость фенола в сезонной динамике отмечена в 17 % случаев для зимнего и летнего периода. Концентрации оксида углерода и взвешенных частиц не являлись весомыми компонентами загрязнения атмосферного воздуха. Концентрация оксида азота проявила свою значимость только в зимний сезон в 17 % случаев.

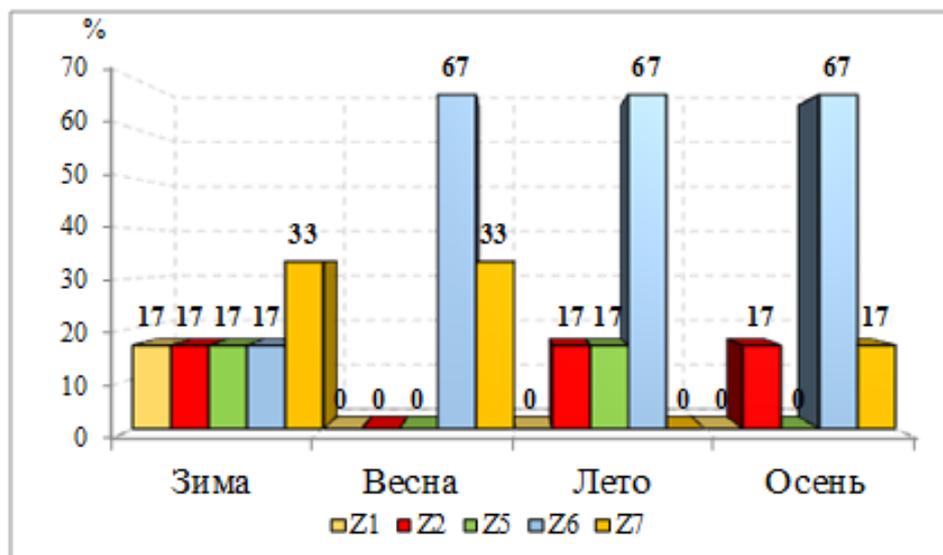


Рисунок 24 - Удельный вес (%) значимых сезонных различий отдельных загрязняющих веществ атмосферного воздуха в динамике 2010-2012 гг. в *m*-мерном пространстве состояний: Z1– оксид азота; Z2 - диоксид азота; Z3 – оксид углерода (не отмечен); Z4 – взвешенные частицы (не отмечен); Z5 – фенол; Z6 – формальдегид; Z7 – 3,4-бенз(а)пирен

Выводы из Главы 4. В данной главе представлен анализ экологической аэрогенной обстановки для селитебной территории г. Сургута, рассмотренный с разных методических аспектов.

- Оценка качества атмосферного воздуха с применением нормированных критериев для содержания аэрогенных поллютантов (ПДК) с точки зрения санитарно-гигиенического подхода показала, что уровень загрязнения воздушной среды за период 2010-2014 гг. оставался высоким, среднемноголетнее значение по комплексному индексу составило КИЗА=9,07 у.е. с максимальными показателями в 2012 году – 12,53 у.е. и наименьшими – в 2014 г. 6,93 у.е. Наибольший вклад в уровень загрязнения вносили такие вещества, как формальдегид и 3,4 бенз(а)пирен – 37,9 % и 26,1 %, соответственно.

- Применение подхода, основанного на принципах оценки опасности для здоровья человека от воздействия загрязняющих веществ, т.н. экологического риска, продемонстрировало высокую долю опасности для веществ одностороннего механизма действия на органы дыхания и иммунную систему

человека в формировании неканцерогенного риска здоровью населения – формальдегид и 3,4 бенз(а)пирен – 32,9 % и 19,9 %, и хронического канцерогенного риска – для соединений хрома и формальдегида с основным вкладом (по опасности) 62,0 % и 37,2 %, соответственно.

- Использование алгоритмов с позиций оценивания размерности объёмов квазиаттракторов в m -мерном пространстве признаков, где совокупность загрязняющих веществ представляет собой отдельные координаты фазового пространства с последующей процедурой матричного расчёта межаттракторных расстояний для кластеров аэрогенных веществ, выявила существенную значимость следующих веществ: формальдегид – 67 % случаев (весна, лето, осень) и 3,4-бенз(а)пирен в – 33 % случаев – (зима, весна) и 17 % – осенью, что значительно выше величин, полученных с применением методов санитарно-гигиенического подхода и оценки риска для аэрогенных поллютантов.

Таким образом, экологическая оценка аэрогенной обстановки для селитебной территории, включающая процедуру обобщения традиционных способов, современных и новых оригинальных подходов, позволяет обеспечивать всесторонность учёта влияния аэрогенных веществ как на качество воздушной среды, так и на потенциальную их опасность для здоровья населения, проживающего на северной территории Ханты-Мансийского автономного округа на примере г. Сургута, тем самым повышая объективность экологической оценки.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛИМАТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ И ЭКОЛОГОЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЖИТЕЛЕЙ Г. СУРГУТА ХМАО – ЮГРЫ)

5.1 Структура госпитализации пациентов г. Сургута с заболеваниями системы кровообращения

В последнее время существенно возрастает интерес различных специалистов (метеорологов, экологов, медиков) к проблеме влияния изменений климата и погоды на здоровье человека, а проблема установления причинно-следственных связей между условиями состояния окружающей среды и здоровьем населения является одной из ведущих среди социальных задач [48, 51, 78, 83].

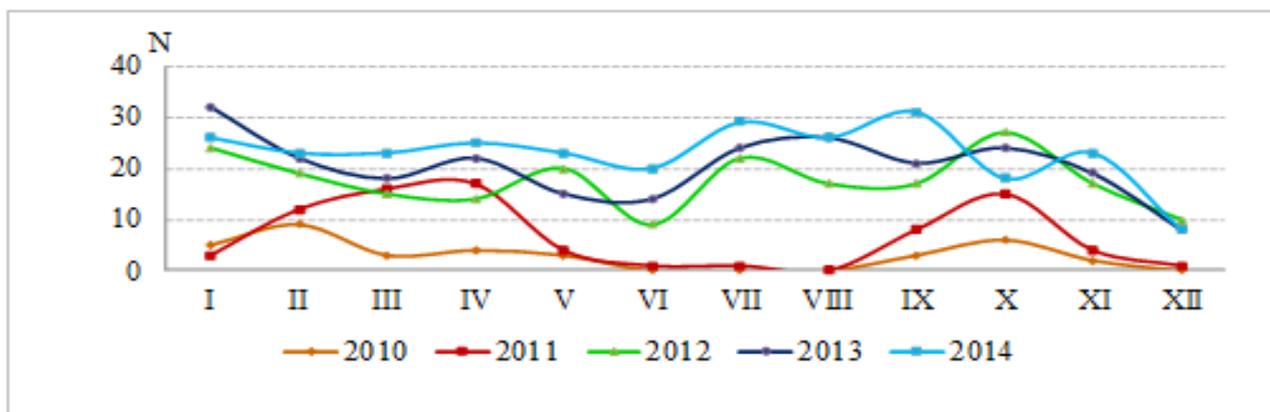
Из спектра климаточувствительных заболеваний, представленных в методических рекомендациях [93], в нашем исследовании наибольший интерес представляли заболевания системы кровообращения. Для анализа числа случаев экстренных госпитализаций населения г. Сургута, в данной работе, были использованы статистические данные Сургутской клинической травматологической больницы за период 2010-2014 гг. – 52 450 случаев обращений по разным видам заболеваний, из них количество экстренных госпитализаций – 24 497. Следует отметить, что возраст пациентов варьировал от 19 до 94 лет.

Анализ количества случаев госпитализаций населения Сургута показал: доля госпитализаций с заболеваниями органов кровообращения составила 6,8 % от числа всех случаев экстренных госпитализаций.

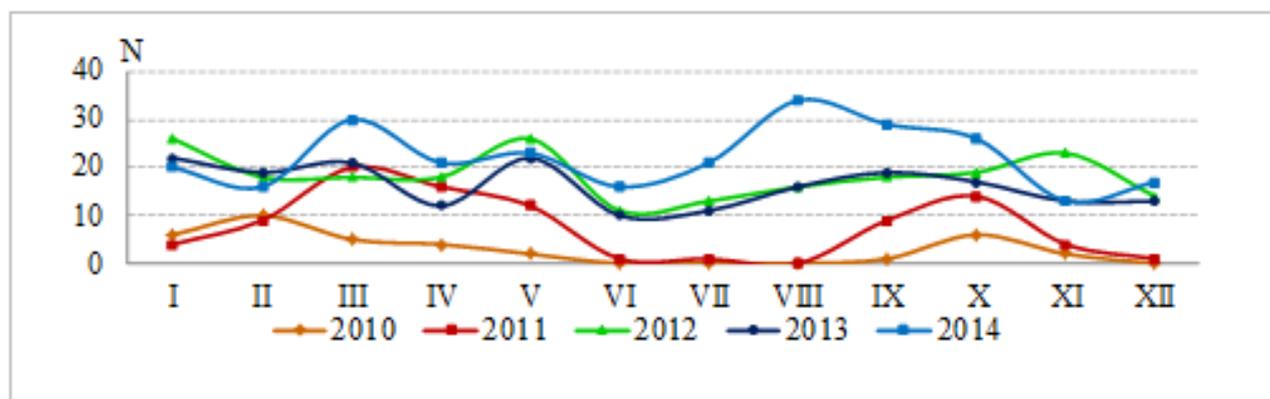
Как показал анализ, (Приложение 3, таблица 1), пик госпитализаций пациентов приходился на 2014 год, как у пациентов мужского пола, так и у женского, и составил 266 и 275 случаев экстренных госпитализаций пациентов, соответственно. По показателям среднемесячных случаев в динамике 2010-2014

гг. пик госпитализаций у пациентов-мужчин наблюдался в январе, и с июля по октябрь, у женщин первая волна роста случаев экстренных госпитализаций отмечена в весенний период – с марта по май, и вторая волна – с августа по октябрь.

Динамика случаев госпитализаций пациентов с заболеваниями системы кровообращения демонстрировала снижение количества случаев экстренных госпитализаций в июне и увеличение весной и осенью (рисунок 25).



а)



б)

Рисунок 25 - Экстренная госпитализация (число случаев, чел.) пациентов с заболеваниями системы кровообращения в годовой динамике за период 2010-2014 гг.: а) для мужчин; б) для женщин, где по оси ОХ – месяцы года

Анализируя данные случаев экстренных госпитализаций пациентов (мужчин и женщин) по сезонам года в динамике 2010-2014 гг., представленные в таблице 14, можно отметить, что суммарное количество случаев у мужчин по сезонам года отличались незначительно, в отличие от аналогичной картины для

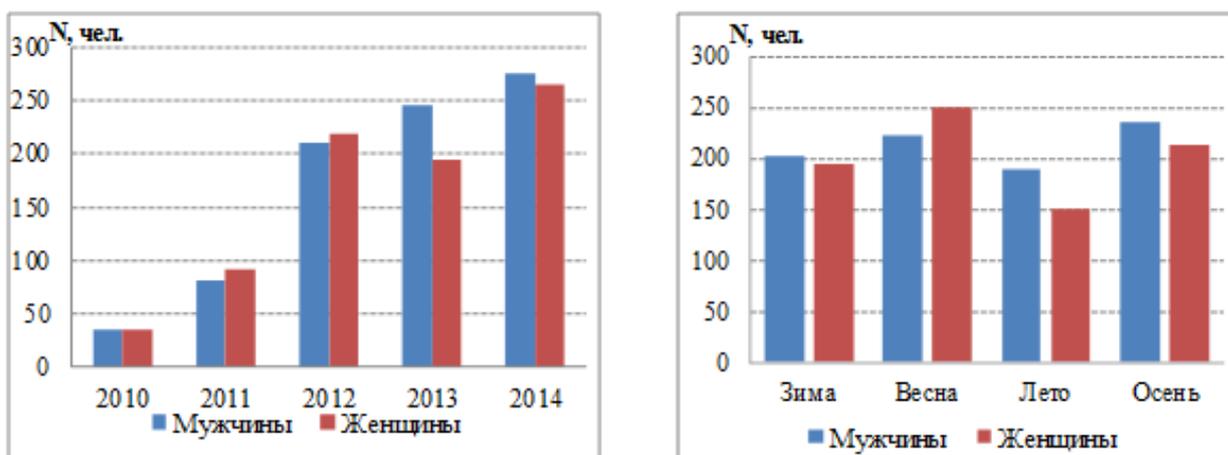
женщин. Так максимальное количество случаев экстренных госпитализаций у женщин было отмечено в весенний период года, а минимальное количество – в летний. У мужчин максимум приходился на осенний период, а минимум, аналогично, как и у женщин – на летний сезон.

Таблица 14 - Структура случаев экстренных госпитализаций пациентов с заболеваниями системы кровообращения с учётом пола и сезона года в динамике 2010-2014 гг.

	Зима	Весна	Лето	Осень
	Женщины			
2010	16	11	0	9
2011	14	48	2	27
2012	58	62	40	60
2013	54	55	37	49
2014	53	74	71	68
Σ	195	250	150	213
	Мужчины			
2010	14	10	0	11
2011	16	37	2	27
2012	53	49	48	61
2013	62	55	64	64
2014	57	71	75	72
Σ	202	222	189	235

Далее, оценка структуры госпитализации пациентов (мужчин и женщин) с заболеваниями системы кровообращения (нозологией I00-I99 по МКБ-10) в период 2010-2014 гг. позволила отметить, что в целом прослеживалась *тенденция увеличения* числа случаев экстренных госпитализаций данного заболевания у *женщин и мужчин* к 2014 г. в сравнении с 2010 г.; в период 2012-2013 гг. показатели суммарных годовых показателей госпитализаций находились сравнительно в одном диапазоне значений (рисунок 26 а).

Характерно, что суммарные сезонные (рисунок 26 б) показатели частоты госпитализаций у пациентов по вышеуказанным заболеваниям за исследуемый промежуток времени как у мужчин, так и у женщин имели близкие абсолютные показатели случаев госпитализаций, и эти различия были несущественные.



а)

б)

Рисунок 26 - Структура госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения (суммарные показатели случаев): а) в динамике 2010-2014 гг.; б) по сезонам года

Из рисунка 27 видно, что наименьшее число госпитализаций у мужчин приходилось на декабрь, а у женщин – на июнь. Пик госпитализации наблюдался в зимний период (январь) и осенний период (октябрь) у мужчин, а у женщин – это весенний период (март).

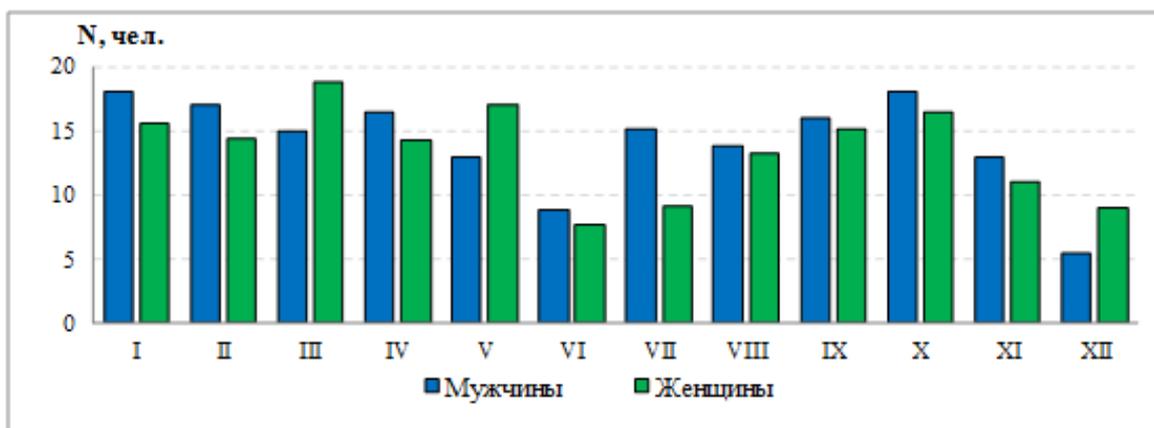
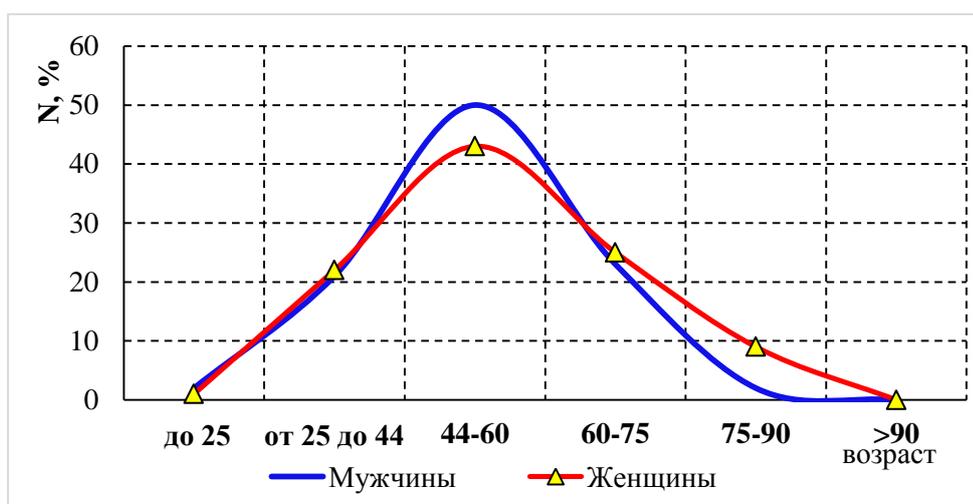


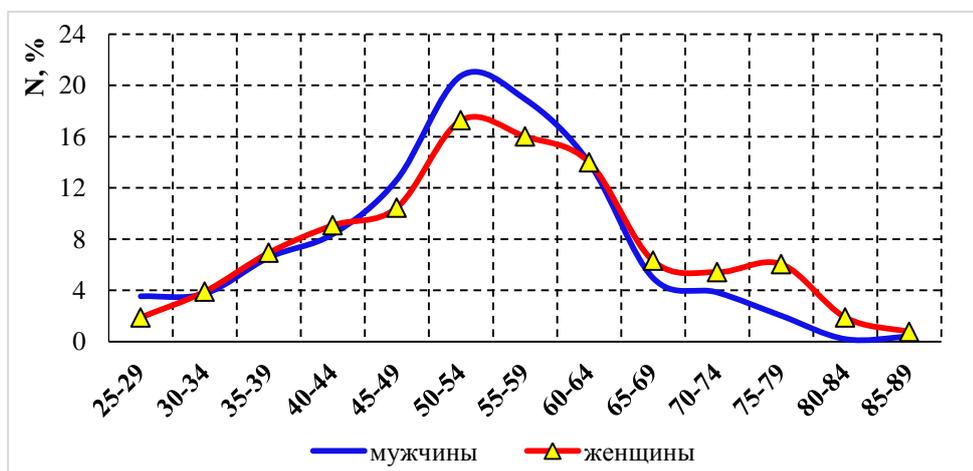
Рисунок 27 - Структура госпитализации пациентов (мужчины и женщины) с заболеваниями системы кровообращения в годовой динамике (среднемноголетние показатели, чел.) за 2010-2014 гг., где по оси ОХ – месяцы года

Данные, представленные на рисунке 28, наглядно демонстрируют возрастной диапазон пациентов с высоким количеством случаев экстренных

госпитализаций. Госпитализация пациентов по метеочувствительным нозологиям (с учетом градации возраста по классификации ВОЗ) демонстрировала рост количества случаев экстренных госпитализаций для лиц с 25-ти лет, а максимум наблюдался в возрастной группе с 44 до 60-ти лет (рисунок 28 а). При дифференцировании возраста пациентов с интервалом в 5 лет, пик числа случаев госпитализаций приходился на возрастную группу 50-54-х лет (рисунок 28 б). Отмечено, что распределение случаев экстренных госпитализаций (с учётом возраста) у мужчин аналогично такому же распределению, как и у женщин.



а)



б)

Рисунок 28 - Распределение количества случаев экстренных госпитализаций по болезням системы кровообращения у мужчин и женщин (суммарные годовые показатели, %) с дифференцированием возраста пациентов: а) классификация возрастных групп по ВОЗ; б) с шагом в 5 лет

В соответствии с методическими рекомендациями [93], для анализа и оценки динамики за многолетний период показателей популяционного здоровья населения г. Сургута были использованы индекс сезонности (I) и атрибутивная фракция сезонных причин (АФ), формула (2) для расчёта приведена в Главе 2.2.

Расчёт индекса сезонности интенсивных показателей продемонстрировал наличие трёх пиков для женского населения, два из которых приходились на весенний сезон (март и май) и один на осенний период (октябрь). Для мужского населения было выявлено четыре пика, которые приходились на каждый сезон года: зимний (январь), весенний (апрель), летний (июль) и осенний (октябрь) сезоны, что наглядно представлено на рисунке 29.

У женщин максимальный индекс сезонности интенсивных показателей приходился на март месяц, а у мужчин – на январь (индекс сезонности за все месяцы составил 140 % и 129 % соответственно).

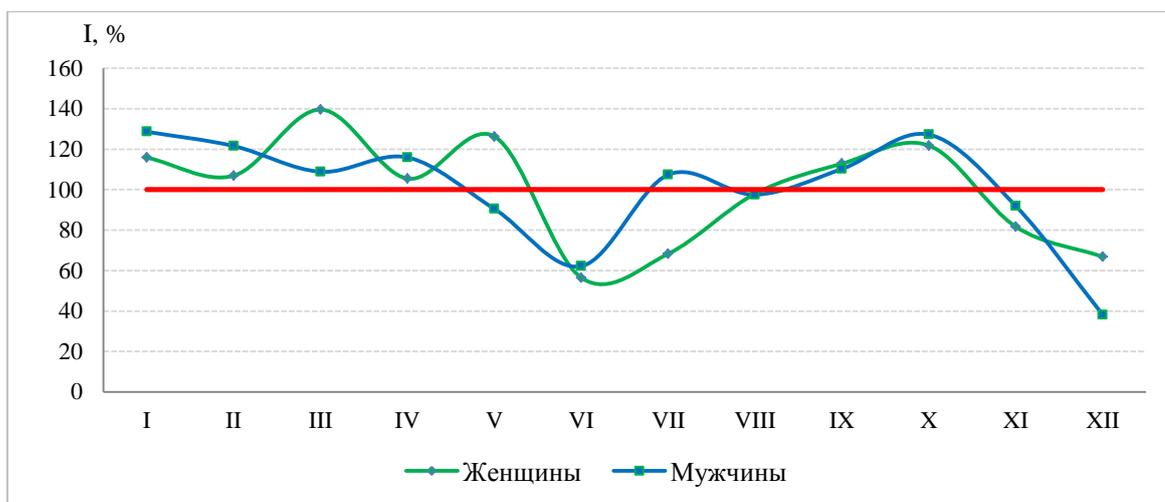


Рисунок 29 - Характеристика госпитализации населения (мужчин, женщин) в годовой динамике (среднемноголетние показатели, чел.) по индексу сезонности, %: по оси ОХ – месяцы года; по оси ОУ– значение индекса сезонности; ровная (параллельная оси ОХ) линия на графике характеризует нормированный показатель

В нашем случае установлено, что индекс сезонности для женщин превышал сто процентов в 7-ми месяцах, как и для мужчин, что свидетельствует о высоком

сезонном влиянии метеофакторов на организм человека. Процент случаев заболеваний, обусловленных сезонными причинами, демонстрирует атрибутивная фракция сезонных причин, рассчитываемая по формуле:

$$АФ = \frac{(Y_i - Y_0)}{Y_0} \cdot 100\% \quad (11)$$

где АФ – атрибутивная фракция в %; Y_i – месячные средние за многолетний период; Y_0 – общая средняя.

Расчет атрибутивных фракций сезонных причин (сезонное воздействие) показал, что для мужчин максимальное значения АФ было в феврале – 29 %, а для женщин в марте – 40 %, что указывало на процент случаев (заболеваний), обусловленных сезонными причинами, связанными с воздействием погодных условий.

5.2 Региональные показатели обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных и экологозависимых заболеваний

В данной работе проведен анализ *первичной обращаемости* взрослого населения г. Сургута в динамике 2010 года. За данный период времени отмечено 475 678 случаев обращений пациентов по различным нозологическим формам климаточувствительных болезней, в это число входила первичная обращаемость населения с установлением диагноза и повторные наблюдения по установленным диагнозам. Возраст пациентов, согласно классификации ВОЗ, был учтен в пределах от 19 до 96 лет.

В Приложении 3, таблице 3 представлен анализ числа обращений взрослого населения города Сургута в динамике 2010 г. по климатоэкологическим формам заболеваний, наибольший интерес представляли классы заболеваний системы кровообращения (нозологии I10-I69 согласно классификации МКБ-10), эндокринной системы (E10-E14) и болезни органов дыхания (формы J00-J45).

От общего числа всех случаев обращений, доля климаточувствительных и экологозависимых заболеваний составила 22,6 %, среди которых абсолютное большинство составили острые респираторные заболевания – 36,3 %, заболевания, связанные с повышением артериального давления – 25,1 %; удельный вес заболеваний эндокринной системы (сахарный диабет) – 14,2 % (рисунок 30).

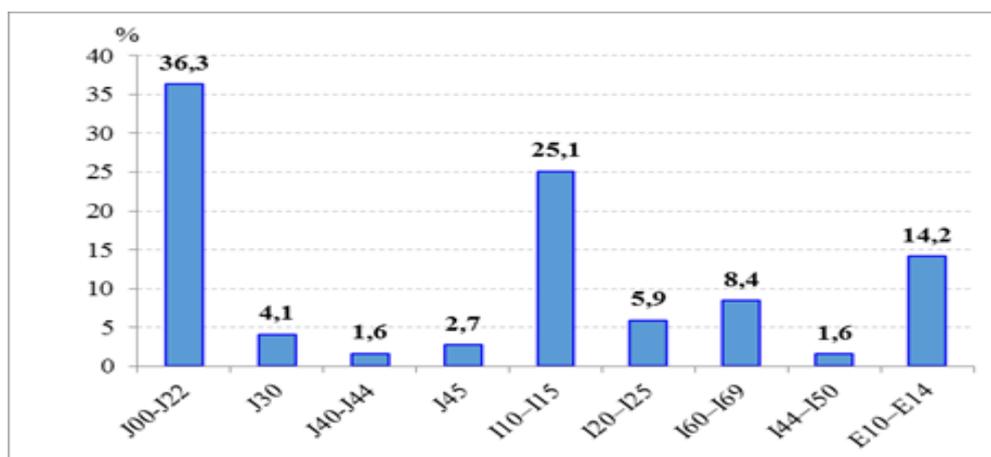


Рисунок 30 - Долевой вклад (%) отдельных нозологий в структуре

климаточувствительных заболеваний по обращаемости населения г. Сургута

*Примечание: I10-I15 – болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением; I20-I25 – ишемическая болезнь сердца; I44-I50 – нарушения проводимости и сердечного ритма; I60-I69 – цереброваскулярные болезни; E10-E14 – сахарный диабет; J00-J22 - острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей, J30 – вазомоторный и аллергический ринит, J40-J44 - хронические болезни нижних дыхательных путей, J45 – астма.

Анализируя данные (Приложение 3, таблица 3) отмечено, что преобладающими формами в спектре заболеваний *системы кровообращения* у жителей являлись болезни, связанные с повышением артериального давления – 2251 случая (среднегодовое значение) или 61,2 %, и болезни нарушения проводимости и сердечного ритма – 755 случаев или 20,5 %.

В общей структуре обращаемости населения с *заболеваниями органов дыхания* абсолютный максимум приходился на острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей (J00-J22) – 81 % (39 052), удельный вес случаев обращений с диагнозом вазомоторный и аллергический ринит – 9,2 % (4 437),

хронические болезни нижних дыхательных путей – 3,7 % (1 763), астма – 6,1 % (2 933).

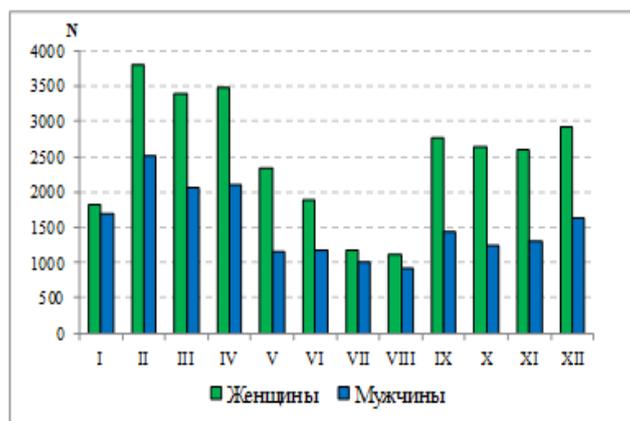
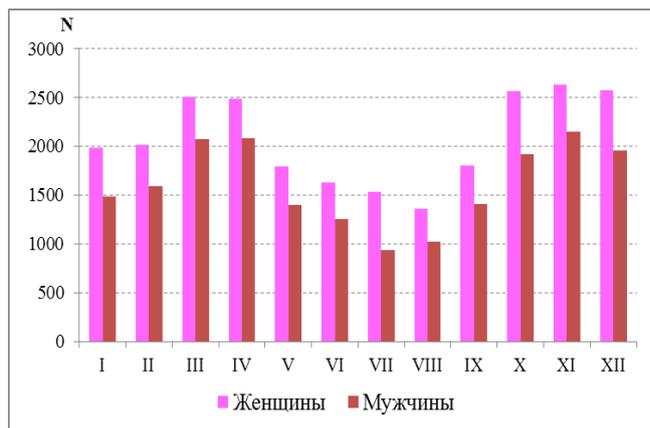
Анализ заболеваемости в годовом цикле обращений жителей г. Сургута показал, что в динамике года заболевания, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10-I15) у пациентов, имели сезонную стереотипность колебаний. Осенью отмечалось увеличение данного показателя, затем в зимние месяцы (декабрь-январь) происходило снижение, и снова отмечалось увеличение числа обращений до апреля месяца. Отметим, что пик обращений приходился на месяцы осеннего и весеннего периодов года, что в свою очередь, объясняется и высокими погодно-климатическими контрастами в этот период.

Распределение числа случаев обращений населения в течение года по заболеваниям с ишемической болезнью сердца (I20-I25) также было неравномерным. В теплый период года (с мая по август) наблюдалось снижение числа обращений, а в осенний, зимний периоды и в марте-апреле наблюдалось увеличение случаев обращений в двукратном размере.

Анализ количества случаев обращений пациентов с цереброваскулярными заболеваниями (I60-I69) демонстрировал следующее: рост количества случаев обращений осенью, зимой и в весенние месяцы (в марте, апреле); снижение количества случаев обращений с мая по август. Динамика обращений населения г. Сургута с нарушениями проводимости и сердечного ритма (I44-I50) демонстрировала минимальные значения в июле-августе, далее наблюдалось плавное увеличение количества случаев обращений по данным заболеваниям с наибольшим количеством обращений в октябре, декабре и январе месяце.

И, наконец, годовое распределение количества случаев обращений пациентов с болезнями эндокринной системы – сахарный диабет (E10-E14), было относительно равномерным, лишь в летние месяцы и в январе наблюдалось незначительное снижение их количества.

На рисунке 31 а представлена динамика числа обращений мужчин и женщин (по суммарным значениям за месяц) с заболеваниями системы кровообращения в течение 2010 г. Анализ данных демонстрировал рост числа обращений в весенние и осенние месяцы. Количество обращений у женщин больше, чем у мужчин по каждому представленному месяцу.



а)

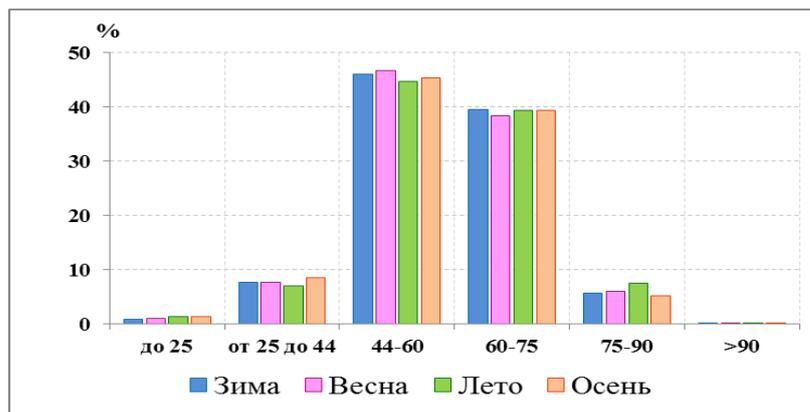
б)

Рисунок 31 - Динамика числа обращений мужчин и женщин в 2010 г. с заболеваниями системы кровообращения по суммарным месячным значениям:

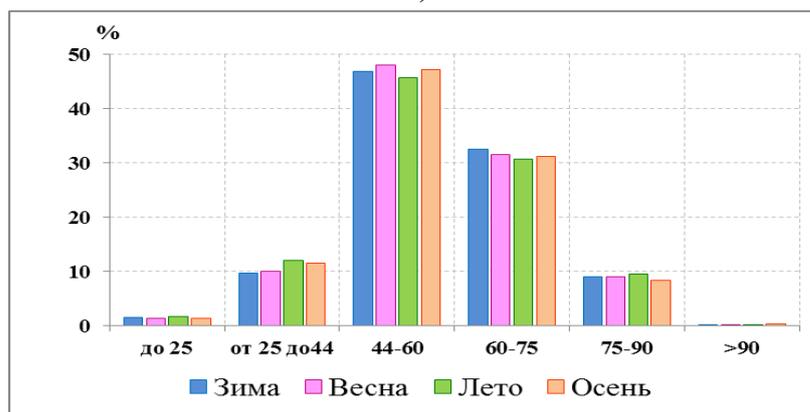
а) заболевания системы кровообращения; б) заболевания органов дыхания, где по оси ОХ – месяцы года

Аналогичная картина наблюдалась и для заболеваний органов дыхания (рисунок 31 б): минимум случаев обращений приходился на летний период года. Максимальное число случаев обращений у мужчин и женщин отмечено в феврале, в целом увеличение наблюдалось в холодное время года (зима, весна, осень).

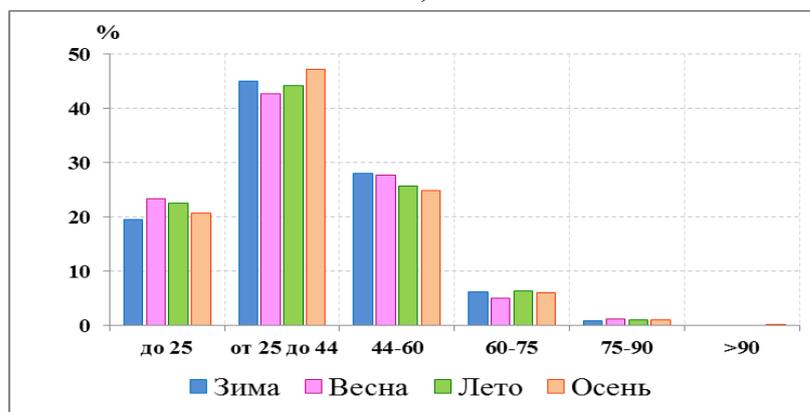
Анализируя возрастную структуру числа обращений мужского и женского населения г. Сургута по сезонам года в 2010 г., представленную на рисунке 32 а и 32 б, видно, что максимальное количество случаев обращений с заболеваниями эндокринной системы и системы органов кровообращения отмечено в возрастной группе лиц от 44 до 60 лет. Возрастало число случаев обращений у возрастной группы от 25 до 44 лет и снижалось к возрастной группе 75-90 лет. Результаты структурирования пациентов по возрасту схожи по всем сезонам 2010 г.



а)



б)



в)

Рисунок 32 - Возрастная структура населения г. Сургута по числу обращений в сезоны 2010 г. (%), где (а) – заболевания эндокринной системы; (б) – заболевания системы кровообращения; (в) – заболевания органов дыхания

Немного иначе складывалась картина обращаемости с заболеваниями органов дыхания, представленная на рисунке 32 в. Пик случаев обращений отмечен у лиц возрастной группы от 25 до 44 лет. Увеличение начиналось с группы населения в возрасте до 25 лет, и снижение наблюдалось у пациентов с 44-60 лет.

5.3 Сравнительный анализ взаимосвязи показателей популяционного здоровья жителей г. Сургута с погодно-климатическими условиями среды обитания

Изучение возможной взаимозависимости частоты случаев экстренных госпитализаций населения города Сургута с экстремальными климатическими факторами позволило получить следующие данные.

Анализируя данные, представленные на рисунке 33, видно, что пики повышения фактических (текущих) значений температуры атмосферного воздуха практически синхронно сопровождалась пиками увеличения случаев экстренных госпитализаций у жителей по поводу заболеваний системы кровообращения. Кроме того, в дни с существенными перепадами температуры окружающего воздуха, отмечалось и увеличение случаев экстренных госпитализаций пациентов (женщин), как например 17 и 18 марта 2011 г.

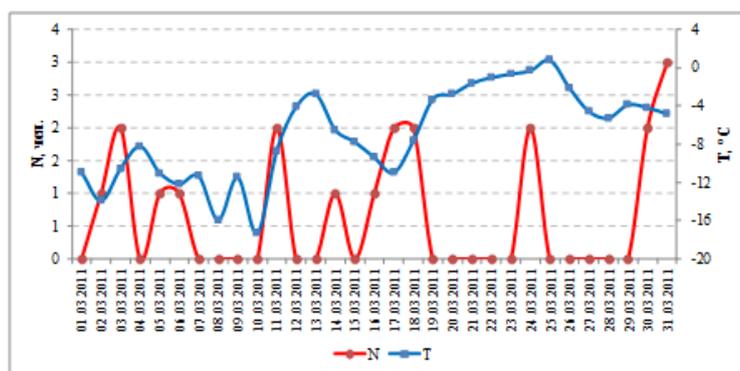
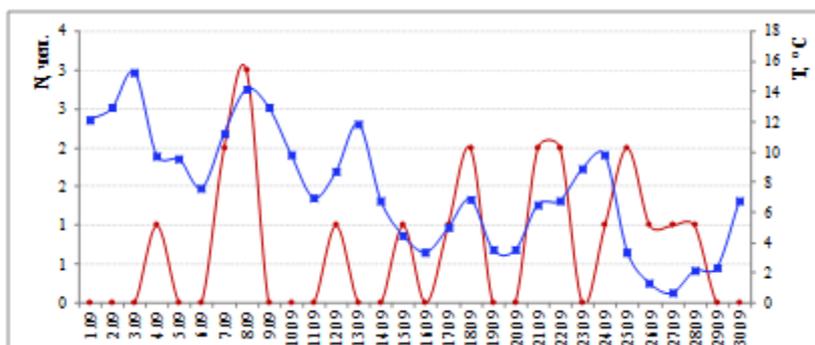
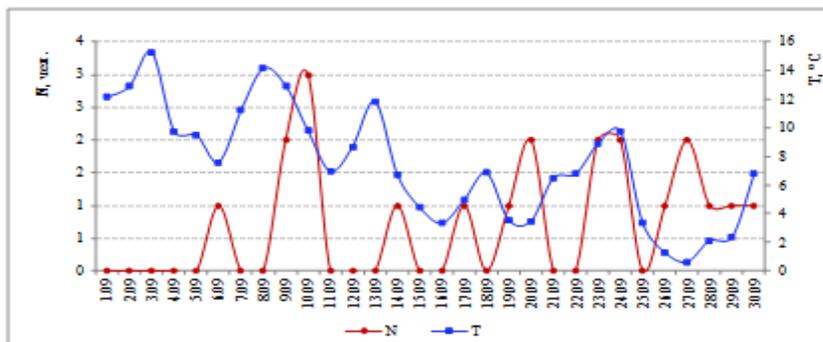


Рисунок 33 - Число случаев экстренных госпитализаций (женщин) на фоне значений текущей температуры атмосферного воздуха в марте 2011 г.

Так как ответная реакция организма человека на изменение погодно-климатических факторов (т.н. метеореакция) не всегда проявляется в этот же день, нами рассмотрена зависимость случаев экстренных госпитализаций со сдвигом временного лага опережения в 2 дня от значений окружающей температуры атмосферного воздуха. Оценивая картину, представленную на рисунке 34, отмечено, что изменения температуры и случаи экстренных госпитализаций с использованием лага опережения в 2 дня более симметричны, чем при сравнении случаев экстренной госпитализации и текущей температуры в тот же день.



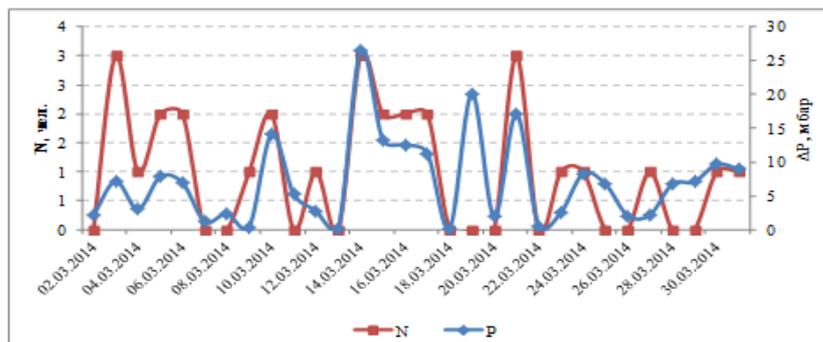
а)



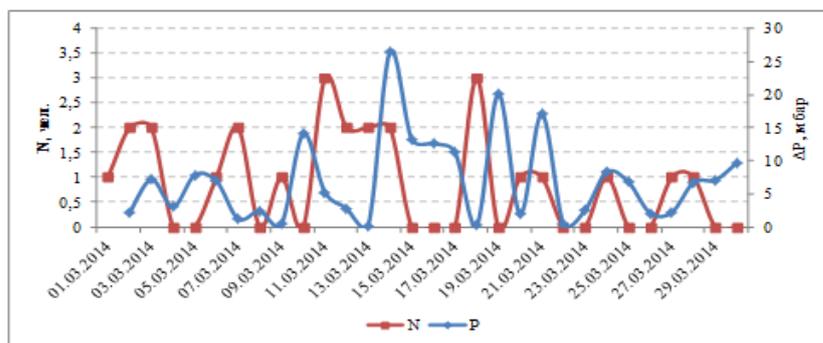
б)

Рисунок 34 - Число случаев экстренных госпитализаций для мужчин: а) с лагом опережения в 2 дня на фоне температурной динамики сентября 2013 г.; б) на фоне температурной динамики в тот же день сентября 2013 г.

Оценка данных, представленных на рисунке 35, показала, что в случае сравнения числа экстренных госпитализаций у женщин в марте 2014 года на фоне изменчивости (по амплитуде) показателей давления атмосферного воздуха в тот же день, кривые графиков характеризовались синхронностью, в отличие от графиков при сравнении с лагом опережения в 3 дня.



а)



б)

Рисунок 35 - Число случаев экстренных госпитализаций для женщин: а) на фоне динамики перепадов давления атмосферного воздуха в марте 2014 г.; б) с лагом опережения в 3 дня на фоне давления атмосферного воздуха в марте 2014 г.

Анализ данных экстренных госпитализаций с заболеваниями системы кровообращения у населения города Сургута и их взаимосвязь с градиентами показателей температуры выявил, что суммарное количество связей высокой силы за 2011-2014 гг. у женщин наблюдалось в случае сравнения со значениями температуры в тот же день ($N=5$) [18]. У мужчин этот показатель был максимальным, когда количество госпитализированных соотносили со значениями температуры с лагом опережения в 3 дня, т.е. имел место «эффект упреждения». Наибольшее количество корреляционных зависимостей для показателей экстренных госпитализаций на фоне текущих градиентов температуры, т.е. при учёте «синхронного» рассмотрения, отмечено очень слабыми связями ($r_s < 0,1$), как для пациентов мужского пола, так и у женского. Следует отметить, что суммарное количество корреляционных связей заметной и высокой силы у женщин было максимальным при учёте лага опережения для

метеопараметра в 3 дня и в тот же день, у мужчин этот показатель был максимальным – с учётом лага опережения в 1 и 3 дня (таблица 15).

Таблица 15 - Структура и число корреляционных связей, характеризующих взаимосвязь случаев экстренных госпитализаций на фоне межсуточных перепадов температуры атмосферного воздуха

	Женщины				Мужчины			
	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня
$r > 0,7$	5	2	2	3	2	2	1	3
$0,5 < r < 0,7$	1	1	1	3	2	4	2	3
$0,3 < r < 0,5$	0	3	5	6	4	5	5	3
$0,1 < r < 0,3$	7	9	10	6	9	4	7	5
$r < 0,1$	31	30	24	24	23	25	24	25
не значимая	4	4	6	5	8	8	9	9

Анализ корреляционной взаимосвязи случаев экстренных госпитализаций и изменчивости показателей относительной влажности (межсуточные перепады) продемонстрировал преобладание суммарного количества корреляционных связей заметной и высокой силы у женщин с учётом сдвига метеопараметра на 2 дня, а у мужчин – на 1 и 3 дня (таблица 16).

Таблица 16 - Структура и число корреляционных связей, характеризующих взаимосвязь случаев экстренных госпитализаций на фоне межсуточных перепадов влажности атмосферного воздуха

	Женщины				Мужчины			
	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня
$r > 0,7$	2	3	1	2	1	1	1	0
$0,5 < r < 0,7$	2	5	1	0	0	2	1	3
$0,3 < r < 0,5$	1	3	5	3	5	1	7	5
$0,1 < r < 0,3$	9	9	9	7	5	6	8	5
$r < 0,1$	30	24	26	30	29	30	22	26
не значимая	4	4	6	6	8	8	9	9

Из данных таблицы 17 видно, что корреляционная зависимость заметной и высокой силы была максимальной с показателями градиентов значений

атмосферного давления – с лагом опережения метеопараметров в 1 и 2 дня для женщин и с лагом опережения в 3 дня для мужчин.

Таблица 17 - Структура и число корреляционных связей, характеризующих взаимосвязь случаев экстренных госпитализаций на фоне межсуточных перепадов атмосферного давления

	Женщины				Мужчины			
	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня
$r > 0,7$	2	2	3	1	1	0	0	0
$0,5 < r < 0,7$	2	3	2	2	2	1	3	4
$0,3 < r < 0,5$	3	1	6	7	4	6	3	7
$0,1 < r < 0,3$	7	11	4	4	8	7	6	6
$r < 0,1$	30	27	27	28	25	26	27	22
не значимая	4	4	6	6	8	8	9	9

Анализируя данные суммарных значений корреляционных связей заметной и высокой силы между случаями экстренных госпитализаций для женщин на фоне значений погодно-климатических параметров – температуры, влажности, давления, представленные на рисунке 36 а, отмечено, что в целом этот показатель был наиболее высоким для случаев с лагом опережения метеорологического параметра в 2 дня. Для температуры максимальное количество корреляционных связей заметной и высокой силы отмечено для случаев с лагом опережения в 3 дня, для влажности – с лагом опережения 1 и 2 дня, для давления атмосферного воздуха – с лагом опережения в 2 дня.

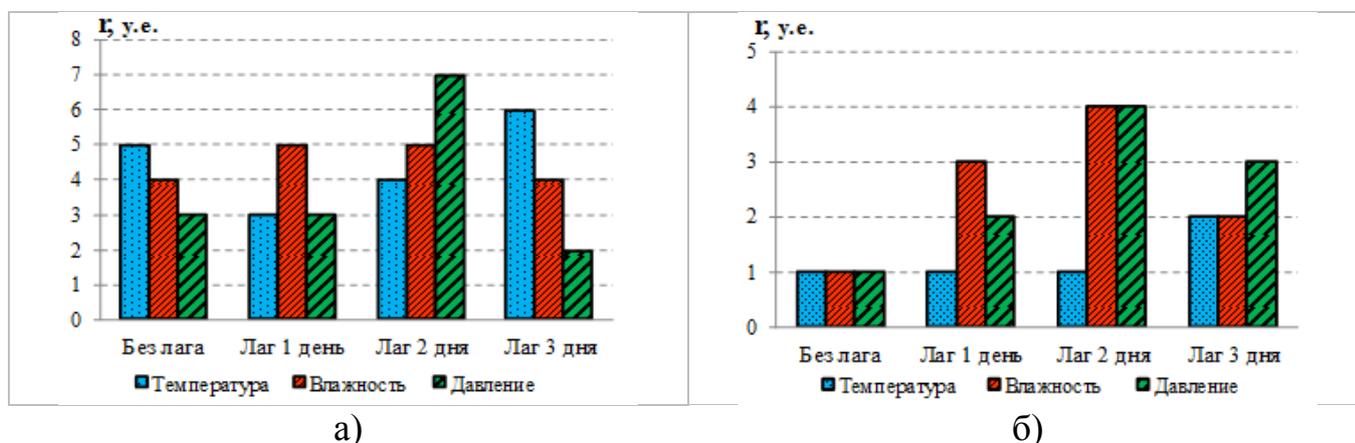


Рисунок 36 - Суммарные показатели корреляционных связей заметной и высокой силы между случаями экстренных госпитализаций и текущими значениями погодно-климатических параметров: а) для женщин; б) для мужчин

Оценка корреляционной зависимости количества экстренных госпитализаций у мужчин на фоне текущих значений параметров температуры, влажности и давления показала, что в целом высокие показатели корреляционных коэффициентов – заметной и высокой силы связи, регистрировались для случая с лагом опережения в 2 дня. При анализе корреляционной зависимости случаев экстренных госпитализаций мужчин на фоне значений температуры, количество связей заметной и высокой силы зафиксировано при использовании лага опережения в 1 и 2 дня и без лага ($N=1$), максимальное количество корреляционных связей проявлялось при учете лага опережения в 3 дня.

Поиск корреляционных связей в картине экстренных госпитализаций с параметрами влажности и давления атмосферного воздуха показал, что максимальное количество этих связей – заметной и высокой силы, наблюдалось при применении лага опережения метеопараметров в 2 дня ($N=4$) (рисунок 36 б).

Следует отметить, что количество корреляционных связей заметной и высокой силы для госпитализированных женщин было больше, чем у мужчин.

Таблица 18 – Значения корреляционных коэффициентов (r) взаимосвязи случаев экстренных госпитализаций у женщин на фоне погодных факторов для центральных месяцев переходных сезонов года в динамике 2011-2014 гг.

Параметр		r									
		Март					Октябрь				
		2011	2012	2013	2014	Σ	2011	2012	2013	2014	Σ
Температура	Без лага	0.53	0.29	-0.37	0.26	3	0.07	-0.09	0.53	-0.17	1
	Лаг 1 день	-0.13	0.34	0.08	0.34	2	0.03	-0.03	0.58	-0.10	1
	Лаг 2 дня	-0.05	0.26	-0.05	0.10	1	0.21	0.03	0.28	-0.08	2
	Лаг 3 дня	0.18	-0.13	-0.11	0.32	1	-0.05	-0.17	-0.47	0.26	1
Влажность	Без лага	-0.23	-0.26	-0.18	0.11	0	0.14	-0.16	0.32	-0.18	1
	Лаг 1 день	0.08	0.15	0.11	0.46	1	0.17	-0.10	0.46	0.05	1
	Лаг 2 дня	-0.19	-0.03	-0.15	0.54	1	0.51	-0.14	-0.15	0.16	1
	Лаг 3 дня	0.03	-0.19	0.13	0.22	1	-0.08	-0.18	0.01	-0.23	0
Давление	Без лага	0.18	0.52	-0.10	-0.21	1	-0.07	-0.05	-0.09	0.05	0
	Лаг 1 день	0.33	-0.09	-0.24	-0.19	1	-0.03	-0.46	-0.18	0.08	0
	Лаг 2 дня	-0.11	-0.09	0.19	-0.10	1	-0.09	-0.54	0.12	-0.24	0
	Лаг 3 дня	-0.23	0.26	0.00	-0.13	1	0.08	-0.38	0.47	0.23	1

Таблица 19 - Значения корреляционных коэффициентов (r) взаимосвязи случаев экстренных госпитализаций у мужчин на фоне погодных факторов для центральных месяцев переходных сезонов года в динамике 2011-2014 гг.

Параметр		r									
		Март					Октябрь				
		2011	2012	2013	2014	Σ	2011	2012	2013	2014	Σ
Температура	Без лага	0.23	-0.05	-0.01	0.47	2	-0.23	-0.56	0.20	0.23	2
	Лаг 1 день	0.37	0.21	-0.01	0.44	3	-0.40	-0.29	0.14	0.29	1
	Лаг 2 дня	-0.01	0.29	-0.23	-0.03	1	-0.11	-0.52	0.10	0.27	1
	Лаг 3 дня	-0.43	0.15	-0.39	-0.38	0	-0.05	-0.17	-0.47	0.26	1
Влажность	Без лага	-0.22	-0.04	-0.01	-0.03	0	0.14	-0.16	0.32	-0.18	1
	Лаг 1 день	0.02	0.15	0.30	-0.26	1	0.17	-0.10	0.46	0.05	1
	Лаг 2 дня	0.02	0.57	-0.02	-0.45	1	0.51	-0.14	-0.15	0.16	1
	Лаг 3 дня	0.23	-0.31	-0.05	-0.43	1	-0.08	-0.18	0.01	-0.23	0
Давление	Без лага	0.15	0.42	-0.08	-0.05	1	-0.07	-0.05	-0.09	0.05	0
	Лаг 1 день	0.25	0.33	-0.20	-0.02	2	-0.03	-0.46	-0.18	0.08	0
	Лаг 2 дня	0.59	0.17	0.00	0.02	1	-0.09	-0.54	0.12	-0.24	0
	Лаг 3 дня	0.11	0.29	-0.36	-0.12	1	0.08	-0.38	0.47	0.23	1

Для установления взаимосвязи случаев *обращений* взрослого населения по поводу метеочувствительных заболеваний на фоне погодной изменчивости (межсуточные перепады), применен непараметрический критерий – коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s), использование которого целесообразно в случаях, когда рассматриваемые параметры и их распределение не укладываются в закон нормальности (распределение Гаусса) (таблица 20). Уровень значимости, на котором проводилось отклонение нулевой гипотезы, принимался при $p < 0,05$. Результаты такой оценки взаимосвязи по коэффициенту корреляции продемонстрировали однонаправленную положительную зависимость с перепадами (амплитудой) температуры атмосферного воздуха, и для отдельных заболеваний – с градиентами атмосферного давления; следует отметить, что параметр относительная влажность, как метеоэлемент, не обнаруживал положительных взаимосвязей. Максимальные значения корреляционных коэффициентов взаимосвязи случаев обращений жителей по заболеваниям

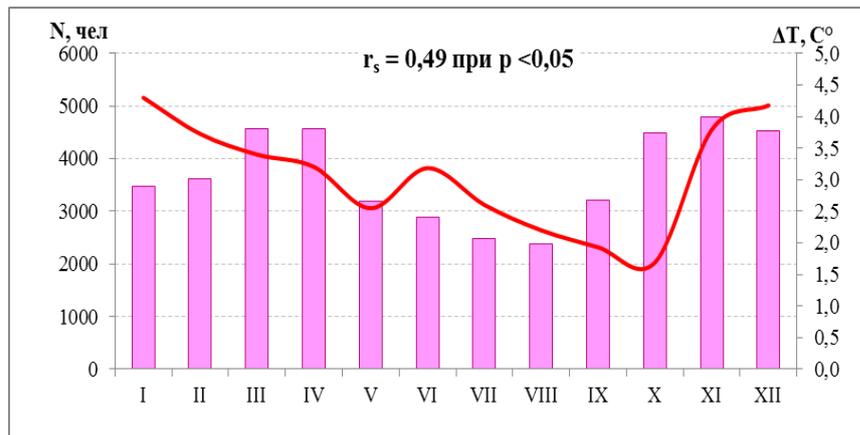
органов дыхания с амплитудой температуры атмосферного воздуха и давления отмечены значениями $r_s=0,59$ при $p=0,045$ и $r_s=0,60$ $p=0,039$, соответственно.

Таблица 20 - Показатели парной взаимосвязи (коэффициент корреляции, r_s) частоты обращений населения по поводу климаточувствительных заболеваний с изменчивостью метеорологических параметров г. Сургута в динамике 2010 г.

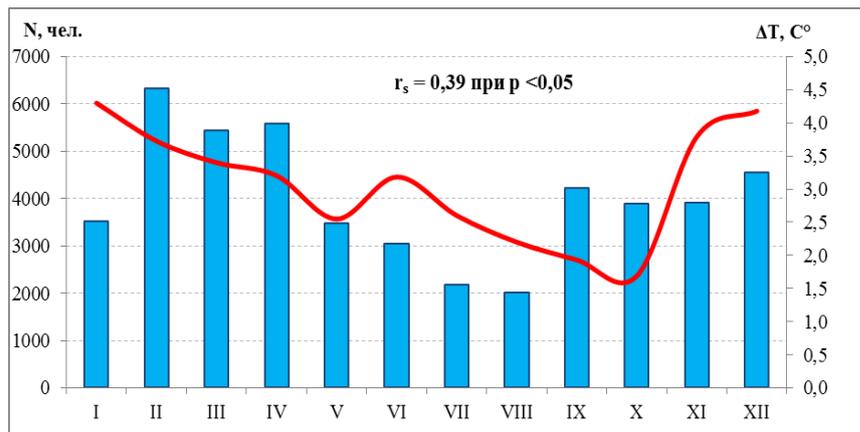
Код заболеваний по МКБ-10	ΔT , °С		ΔP , мбар.		ΔH , %	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p
ΣI	0.49	0.049	0.35	0.050	-0.27	0.404
I10–I15	0.43	0.159	0.30	0.342	-0.23	0.471
I20–I25	0.30	0.347	0.31	0.324	-0.15	0.632
I44–I50	0.46	0.137	-0.01	0.983	-0.44	0.147
I60–I69	0.47	0.124	0.08	0.812	-0.33	0.297
ΣJ	0.39	0.048	0.60	0.039	-0.20	0.527
J00–J22	0.27	0.391	0.56	0.059	-0.11	0.729
J30	0.32	0.308	0.54	0.071	-0.25	0.430
J40–J45	0.59	0.045	0.33	0.297	-0.43	0.167
$\Sigma J+I$	0.42	0.175	0.58	0.048	-0.20	0.527

Примечание: ΔT – амплитуда температуры атмосферного воздуха, °С; ΔP – амплитуда атмосферного воздуха, мбар; ΔH – амплитуда относительной влажности воздуха, %; коды заболеваний по МКБ-10 указаны в примечании к рисунку 30. Выделенные корреляции статистически значимы на уровне $p<0,05$.

Взаимосвязь количества случаев обращений населения г. Сургута по метеочувствительным заболеваниям (по суммарному числу случаев за месяц) с межсуточными градиентами температуры атмосферного воздуха в годовой динамике графически представлена на рисунке 37, где рисунок 37 (а) иллюстрировал корреляционную связь умеренной силы для случаев обращений по заболеваниям органов дыхания ($r_s=0,39$ при $p=0,048$), а 37 (б) – для случаев обращений по заболеваниям системы кровообращения ($r_s=0,49$ при $p=0,049$).



а)



б)

Рисунок 37 - Характер взаимосвязи обращений пациентов г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний с изменчивостью (амплитудой) годового температурного режима 2010 г.: а) заболевания системы кровообращения; б) заболевания органов дыхания. Здесь по оси ОХ – месяцы года; по левой оси ОУ – количество обращений, чел. (столбцы); по правой оси ОУ – величина межсуточной амплитуды температуры, °С (линия на графике)

В целом, полученные количественные показатели взаимосвязи частоты обращений по поводу климаточувствительных заболеваний жителей г. Сургута с метеорологическими параметрами (на примере 2010 г.) согласуются с данными, опубликованные ранее в ряде работ авторов по ХМАО – Югре – о выраженной холодной гиперреактивности больных бронхиальной астмой, хронической обструктивной болезнью лёгких (до 16 %) с наложением пульмогенной артериальной гипертензией [35, 40, 75, 126].

При анализе обращений жителей г. Сургута по поводу заболеваний, ассоциированных с повышением кровяного давления (I10-I15), на фоне изменчивости температурного режима – суточных амплитуд температуры

атмосферного воздуха в динамике января 2010 г. (рисунок 38 а), установлена взаимосвязь, характеризующаяся корреляционной зависимостью слабой силы ($r=0,23$ при $p=0,048$), но более выраженная зависимость отмечалась при рассмотрении варианта сдвига числового ряда обращаемости населения по поводу сердечно - сосудистых заболеваний с лагом отставания в 3 дня на фоне суточных амплитуд температуры (рисунок 38 б), т.е. с эффектом «отсроченности», отмечена корреляционная взаимосвязь – $r=0,41$ при $p=0,036$ [114].

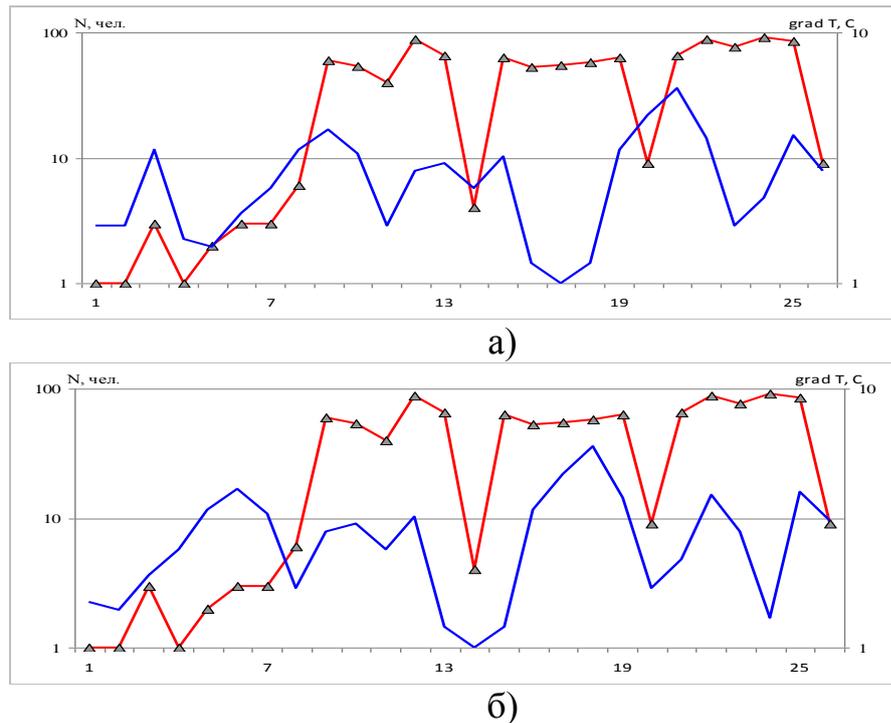


Рисунок 38 - Заболевания, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10-I15) в динамике января 2010 г. и взаимосвязь с амплитудой температуры атмосферного воздуха: по левой оси ОУ – количество пациентов с заболеванием I10-I15 (логарифмическая шкала, линия с маркером); по правой оси ОУ – величина межсуточной амплитуды температуры атмосферного воздуха, °С (логарифмическая шкала, линия без маркера): а) без лага; б) с лагом отставания на 3 дня

Другими словами, влияние температурной зависимости на число обращений жителей по климаточувствительным заболеваниям, связанными с повышением кровяного давления, на взаимосвязь с изменчивостью температурного хода следует признать существенной, что вполне согласуется с оценками ряда исследований [95, 96, 99, 121, 153].

Был проведён анализ полученных положительных корреляционных связей (по значению корреляционного показателя) случаев обращений мужчин и

женщин с заболеваниями системы кровообращения (нозологией I10-I69 по МКБ-10) с показателями градиентов погодных-климатических факторов, а именно их распределение с учётом сдвига метеопараметров от 1-го до 3-х дней вперёд (Приложение 3, таблица 7). По результатам ранжирования корреляционных связей между случаями обращений жителей с *заболеваниями системы органов кровообращения* с градиентами показателей температуры отмечено, что у женского, как и у мужского населения, наибольшее количество этих связей с показателем корреляционной силы в пределах от слабой до заметной, наблюдались при учёте временного лага в 2 дня отставания (28 и 23 случая соответственно). Высокая корреляционная связь ($r > 0,7$) отмечена при оценке взаимосвязи обращений населения по вышеупомянутым заболеваниям с амплитудой атмосферного воздуха в тот же день, т.е. синхронно (3 случая у мужчин и 3 у женщин). Распределение корреляционных взаимосвязей случаев обращений мужского и женского населения с амплитудой влажности атмосферного воздуха демонстрировало преобладание связей от слабой до заметной силы с учётом лага опережения случаев обращений в 2 дня.

В структуре корреляционных связей между случаями обращений жителей с *заболеваниями органов дыхания* и амплитудой метеорологических параметров (Приложение 3, таблица 8) преобладали слабые связи ($r < 0,1$). Корреляционная взаимосвязь случаев обращений с заболеваниями органов дыхания с амплитудой температуры атмосферного воздуха заметной силы отмечена для мужского населения при применении лага отставания метеопараметра в 2 дня, как и по суммарным количествам случаев у мужчин и женщин с корреляционной связью от умеренной до заметной силы.

Анализируя данные ранжирования корреляционных связей случаев обращений жителей с заболеваниями органов дыхания с градиентами влажности атмосферного воздуха, отмечено максимальное число случаев с корреляционной связью $r > 0,1$ у женщин – с учётом лага опережения и отставания в 1 день, а у мужчин – с учётом лага отставания в 1 день. Максимальное количество корреляционных связей $r > 0,1$ при оценке взаимосвязи случаев обращений с

заболеваниями органов дыхания с градиентами давления атмосферного воздуха отмечено у женщин – с учетом лага опережения в 2 дня, а у мужчин – с учётом лага отставания метеопраметра в 3 дня.

Следует отметить, что между отдельными болезнями (системы органов кровообращения) и метеоэлементами, а также их изменчивостью, не все полученные корреляционные связи демонстрировали достоверные различия, что нельзя интерпретировать как отсутствие причинно-следственной зависимости. Скорее всего, такой факт требует проведения более углубленного анализа с использованием иных статистических критериев и видов анализа.

В своих работах авторы отмечают, что организм человека при высоких контрастах погодных условий испытывает повышенную нагрузку на организм, что выражается в дополнительных затратах тепла и отдаче его окружающей среде в целях поддержания «температурного гомеостаза». Такие теплотери организма, преимущественно за счет согревания и увлажнения вдыхаемого атмосферного воздуха, приводят к ослаблению защитных функций респираторного аппарата у человека и способствуют росту болезней органов дыхания [40, 45, 116].

С использованием алгоритмов, приведённых в главе 2, выполнены расчёты потенциальных теплотерь человека для погодных условий г. Сургута за исследуемый период. Результаты демонстрировали высокий уровень в показателях теплотерь через органы дыхания человека в течение трёх сезонов (зима, весна, осень), который обусловлен, прежде всего, дискомфортом температурно-влажностным режимом (Таблица 21).

Таблица 21 - Расчётные значения величины потенциальных теплотерь (Q_r , Вт) органами дыхания для населения г. Сургута

Месяц года	Период				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Январь	23.2	21.7	21.7	22.3	22.2
Февраль	23.0	21.6	20.9	21.0	22.4
Март	19.6	19.0	19.2	20.9	18.6
Апрель	17.6	16.4	16.8	17.3	17.5
Май	16.3	14.9	14.7	16.4	15.5

Месяц года	Период				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Июнь	12.7	10.8	9.3	13.2	12.6
Июль	11.7	12.4	9.8	9.6	12.1
Август	12.6	13.4	12.8	12.1	12.3
Сентябрь	15.5	13.8	14.2	15.1	15.7
Октябрь	16.3	16.5	17.4	17.6	18.5
Ноябрь	19.6	20.4	20.6	18.2	20.3
Декабрь	22.2	20.4	21.4	20.0	20.4
$Q_{cp} \pm \sigma$	17.5 ± 4.0	16.8 ± 3.8	16.6 ± 4.4	17.0 ± 3.9	17.3 ± 3.7

*Примечание: σ – стандартное отклонение

Отметим, что величина максимальных теплотерь в зимний период года превышала физиологическую норму ($Q_r=15$ Вт) на 54 % (январь 2010 г.); в весеннее время года этот показатель выше рекомендованного нормального показателя на 39 % (март 2013 г.) и осенью (октябрь 2012 г.) на 37 %; величина осреднённых годовых показателей теплотерь в целом также превышала нормальные значения на 11-17 %. Как показал анализ (рисунок 39, 40), затраты тепла на поддержание «температурного гомеостаза» у населения в годичном цикле имели максимальные значения традиционно в холодные месяцы года.

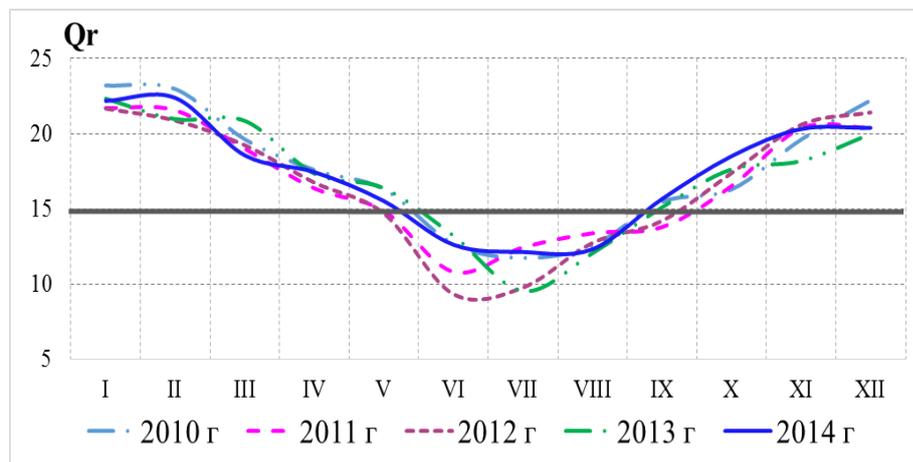


Рисунок 39 - Динамика потенциальных теплотерь (Q_r) органами дыхания для жителей г. Сургута в соотношении с нормальной величиной за 2010-2014 гг.: по оси ОХ – месяцы года; сплошной линией, параллельной оси ОХ, показано значение нормы (15 Вт)

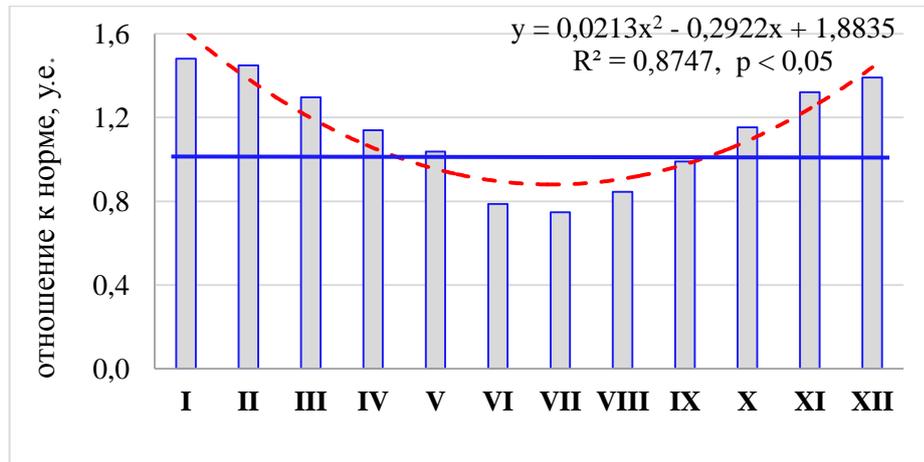


Рисунок 40 - Величины потенциальных теплотерь (Q_r)

органами дыхания в соотношении с нормальной величиной в годовой динамике для жителей г. Сургута (осреднённые значения за 2010-2014 гг.): по оси ОХ – месяцы года; сплошной линией, параллельной оси ОХ, показана значение нормы (15 Вт); пунктирной линией – общая тенденция

В целом, сезонные изменения индекса акклиматизационной нагрузки (по величине теплотерь) на органы дыхания для жителей г. Сургута в месте постоянного проживания (без перемещения в другие климатические зоны) имели минимальные значения, т.е. не превышали рекомендованную нормальную величину только в летний период, а в остальные сезоны стабильно превышали норму (рисунок 41).

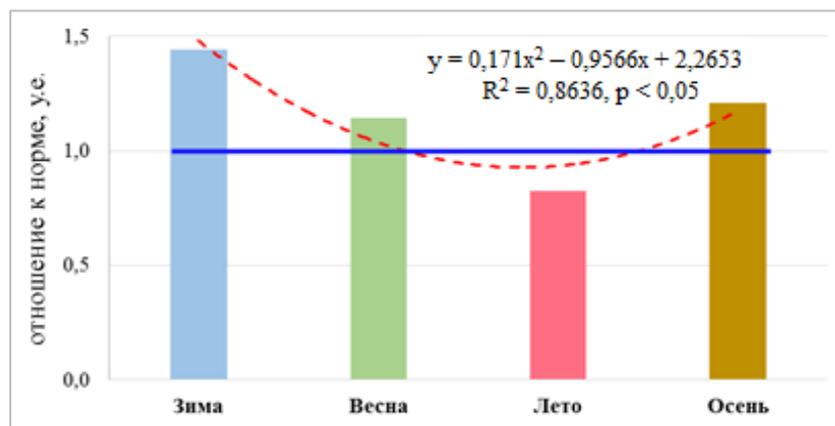


Рисунок 41 - Теплотери для органов дыхания в соотношении с нормальной величиной в динамике сезонов для жителей г. Сургута (осреднённые значения за 2010-2014 гг.): сплошной линией, параллельной оси ОХ, показано значение нормы (15 Вт); пунктирной линией – общая тенденция

Таким образом, сезонные различия теплопотерь органами дыхания у жителей в зимний период выше на 30 %, чем в переходные периоды года.

Вариации внутригодовой динамики комплекса метеофакторов (на примере 2010 г.) и расчётные величины теплопотерь указывали на факт высокого риска для кардиореспираторной системы населению г. Сургута (рисунок 42), что подтверждалось высокими значениями корреляционных коэффициентов.

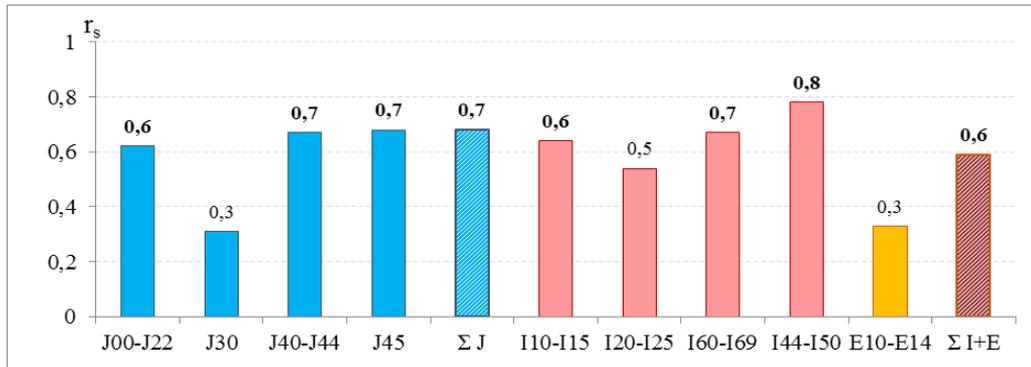


Рисунок 42 - Корреляционные коэффициенты (r_s) взаимосвязи случаев обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний с показателями величины теплопотерь (Q_r , Вт) в течение 2010 г.

Примечание: жирным шрифтом на графике выделены статистически значимые коэффициенты корреляции; коды заболеваний по МКБ-10 указаны в примечании к рисунку 30.

Такие болезни, как острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей (J00-J22, код по МКБ-10), астма (J45) и хронические болезни нижних дыхательных путей (J40-J44) имели высокие значения статистически значимой ($p < 0,05$) корреляционной зависимости – $r_s = 0,62$ при $p = 0,030$; $r_s = 0,68$ $p = 0,015$ и $r_s = 0,71$ $p = 0,010$, соответственно. Из спектра заболеваний органов кровообращения положительной корреляционной связью отмечены такие заболевания как, нарушения проводимости и сердечного ритма (I44-I50) – $r_s = 0,78$ ($p = 0,003$), болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (I10-I15) – $r_s = 0,64$ ($p = 0,026$) и цереброваскулярные заболевания (I60-I69) – $r_s = 0,67$ ($p = 0,017$).

В общем контексте, взаимосвязь показателей обращений населения (на примере 2010 года) по поводу болезней органов дыхания и системы органов кровообращения (в совокупности всех форм) на фоне теплопотерь (рисунок 43) характеризовалась прямой корреляционной зависимостью высокой силы – $r_s = 0,68$

при $p=0,016$ (заболевания органов дыхания) и $r_s=0,66$ при $p=0,02$ (заболевания системы кровообращения) (см Таблицу 6 Приложение 3).

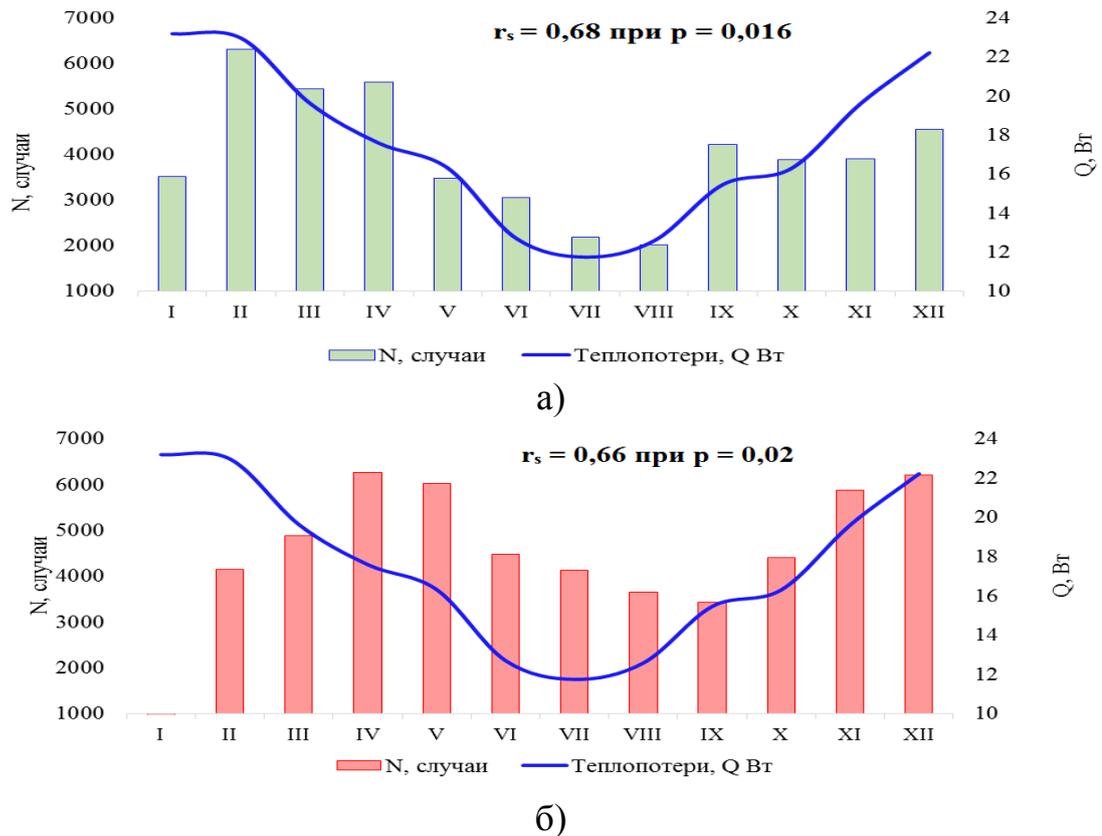


Рисунок 43 - Взаимосвязь случаев обращений жителей по поводу: а) болезни органов дыхания; б) болезни системы кровообращения на фоне теплопотерь (Q_r) для жителей г. Сургута в годовой динамике 2010 г.

Анализируя значения корреляционных коэффициентов, характеризующих силу взаимосвязи величин *объёмов квазиаттракторов* метеопараметров с показателями случаев обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний (рисунок 44, Приложение 3, таблица 6), можно отметить наиболее тесную взаимосвязь с заболеваниями эндокринной системы ($r_s=0,27$, $p=0,404$). При анализе случаев обращений с заболеваниями органов дыхания, максимальное значение коэффициента корреляции отмечено для нозологии «хронические болезни нижних дыхательных путей» (J40-J44) – $r_s=0,22$ при $p=0,499$, однако данные связи не сопровождались статистическими различиями. В случае заболеваний органов кровообращения корреляционные связи в большинстве случаев носили отрицательную направленность.

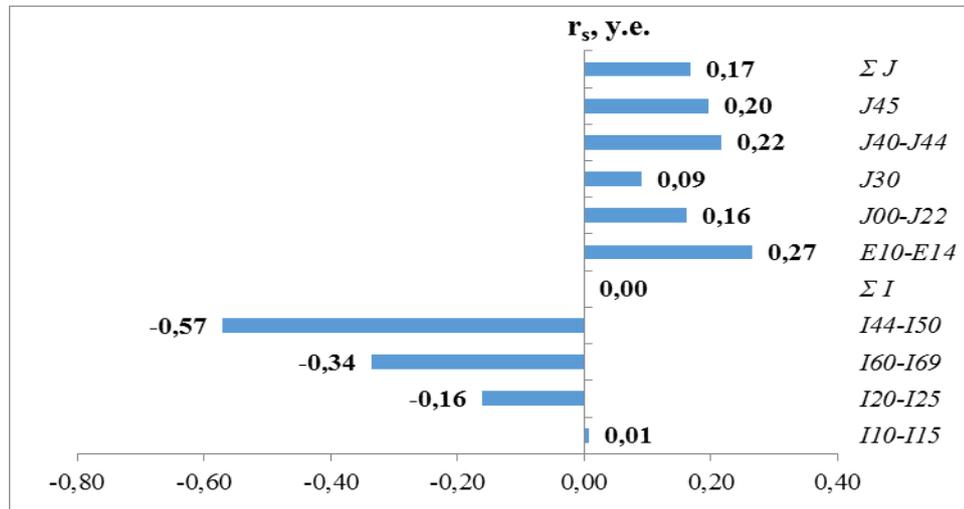


Рисунок 44 - Значения корреляционных коэффициентов (r_s), характеризующих силу взаимосвязи случаев обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных и экологозависимых заболеваний с величиной объёмов квазиаттракторов (V_{ij} , у.е.) метеорологических параметров в течение 2010 г.
Примечание: коды заболеваний по МКБ-10 указаны в примечании к рисунку 30.

Картина взаимосвязи величин объёмов квазиаттракторов обращений по заболеваниям органов дыхания и величин объёмов квазиаттракторов метеопараметров, представленная на рисунке 45, характеризовалась корреляционной связью умеренной силы ($r_s=0,48$, $p=0,118$).

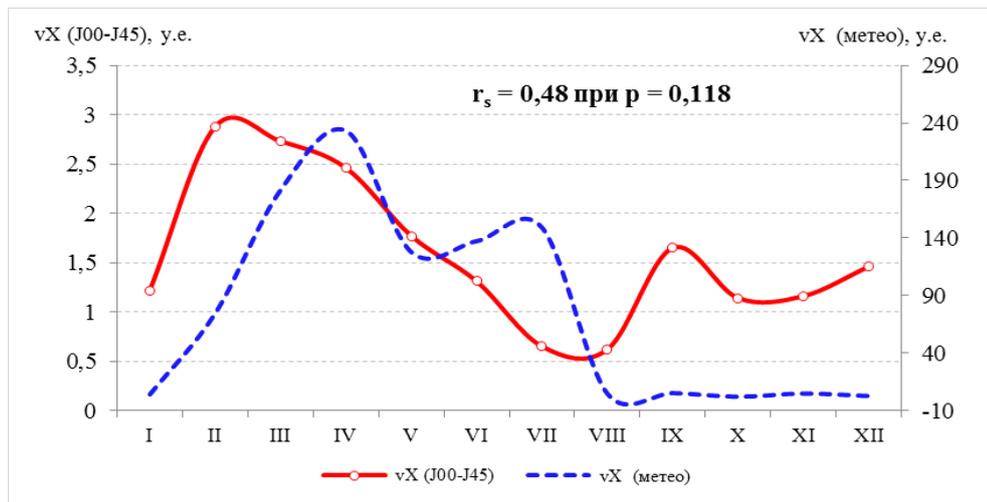


Рисунок 45 - Взаимосвязь величин объёмов квазиаттракторов обращений жителей г. Сургута по поводу болезней органов дыхания ($V_{J00-J45}$, у.е.) и значений объёмов квазиаттракторов (V_x , у.е.) метеорологических параметров (T , H , P) в динамике 2010 г.

5.4 Сравнительный анализ взаимосвязи показателей популяционного здоровья жителей г. Сургута с загрязнением атмосферного воздуха

Для оценки взаимосвязи случаев обращений населения г. Сургута по поводу климаточувствительных и экологически зависимых заболеваний от степени загрязнения атмосферного воздуха, проведён корреляционный анализ с применением ранговой корреляции Спирмена, результаты которого приведены в Таблице 6, Приложение 3. Данные анализа демонстрировали наличие значимых корреляционных связей высокой силы (рисунок 46) при сравнении случаев обращений жителей по таким болезням, как острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей (J00-J22) с величиной объёмов квазиаттракторов для каждого месяца в динамике 2010 года – $r_s=0,72$ при $p=0,009$; с хроническими болезнями нижних дыхательных путей (J40-J44) – $r_s=0,71$, $p=0,009$; с суммарными показателями частоты обращений населения по поводу заболеваний органов дыхания ($\Sigma J00-J45$) – $r_s=0,71$ при $p=0,009$. Взаимосвязь случаев обращений населения с заболеваниями эндокринной системы и системы кровообращения демонстрировала корреляционную зависимость от слабой до умеренной силы без статистической достоверности результатов. Анализ взаимосвязи параметров, полученных с применением методов хаоса и самоорганизации, а именно объёмов квазиаттракторов показателей здоровья и аэрогенных поллютантов, представлен на рисунке 47.

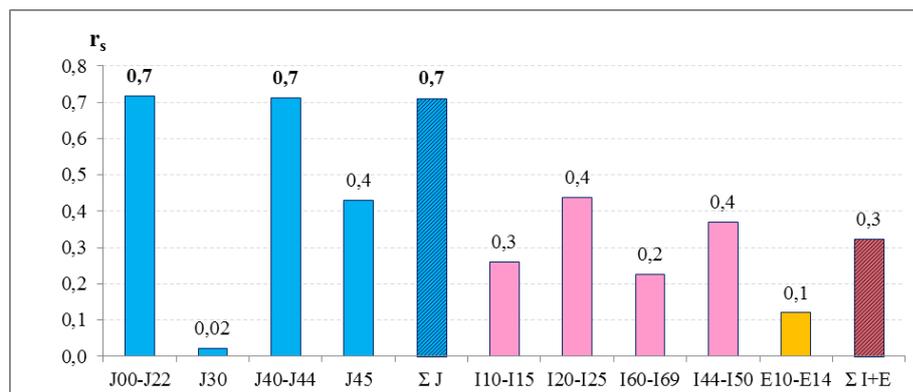


Рисунок 46 - Значения корреляционных коэффициентов (r_s), характеризующих силу взаимосвязи случаев обращений жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных и экологозависимых заболеваний с величинами объёмов квазиаттракторов (V_{ij} , у.е.) аэрогенных поллютантов в течение 2010 г. *Примечание:* коды заболеваний по МКБ-10 указаны в примечании к рисунку 30. Выделенные корреляции статистически значимы на уровне $p<0,05$.

Взаимосвязь показателей обращений населения по болезням органов дыхания с загрязнителями атмосферного воздуха по величине их объёмов КА, продемонстрировала наличие корреляционной связи заметной силы ($r_s=0,61$ при $p=0,037$). Из рисунка видно, что взаимосвязанность объёмов квазиаттрактора заболеваний системы кровообращения для жителей, а также объёмов суммарных значений случаев обращений для населения по болезням кардиореспираторной системы ($\Sigma J+I$) с объёмом КА загрязняющих аэрогенных веществ, представлено корреляционными связями слабой силы.

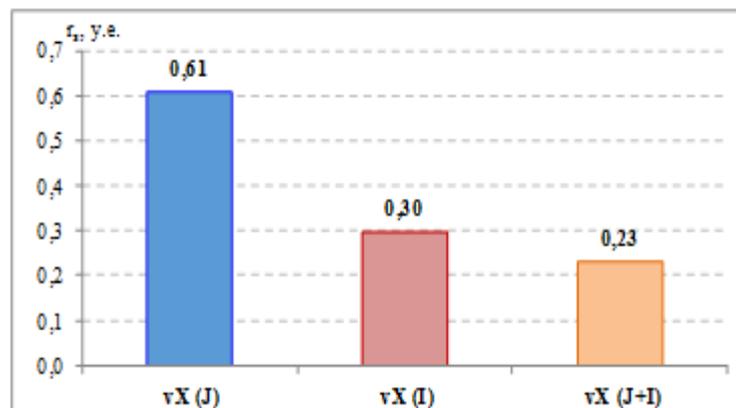


Рисунок 47 - Корреляционные коэффициенты (r_s) взаимосвязи величин объёмов квазиаттракторов случаев обращений жителей (V_{ij} , у.е.) г. Сургута по поводу экологически зависимых заболеваний с объёмами квазиаттракторов аэрогенных поллютантов ($V_{зв}$, у.е.) в течение 2010 г.

На рисунке 48 представлена графическая картина взаимосвязи значений объёмов квазиаттракторов аэрогенных поллютантов и объёмов КА обращений по поводу заболеваний органов дыхания в динамике 2010 г. Значение коэффициента корреляции (r_s) между представленными значениями составляло 0,61 при $p=0,037$ и характеризовалась, как корреляционная связь заметной силы.

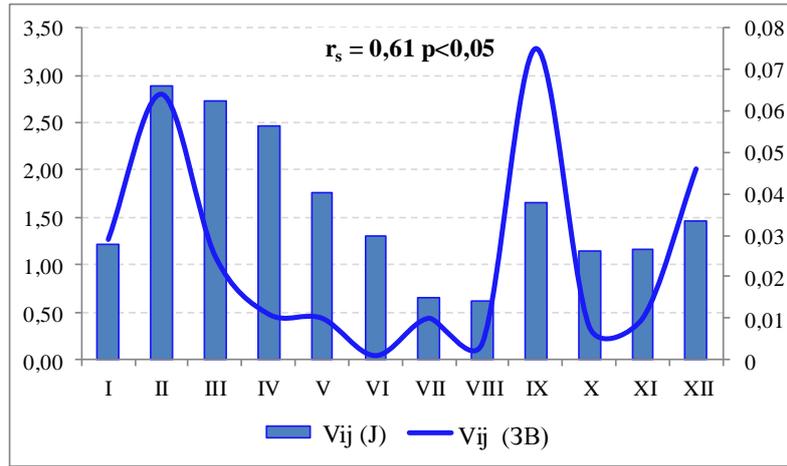


Рисунок 48 - Значения корреляционных коэффициентов (r_s), характеризующих силу взаимосвязи величин объёмов квазиаттракторов случаев обращений жителей г. Сургута по поводу заболеваний органов дыхания (V_x J00-J45, у.е.) с величинами объёмов квазиаттракторов аэрогенных поллютантов (V_x ЗВ, у.е.) в течение 2010 г.

Анализ *случаев обращений* жителей г. Сургута в медицинские учреждения по поводу болезней органов дыхания *на фоне уровня загрязнения атмосферного воздуха* вышеперечисленными аэрогенными веществами демонстрировал прямую связь с содержанием данных ингредиентов (суммарно, по значению КИЗА) и эта взаимосвязанность с применением критерия ранговой корреляции Спирмена, характеризовалась значением коэффициента заметной силы – $r_s=0,66$ при $p=0,018$ (рисунок 49, таблица 22).

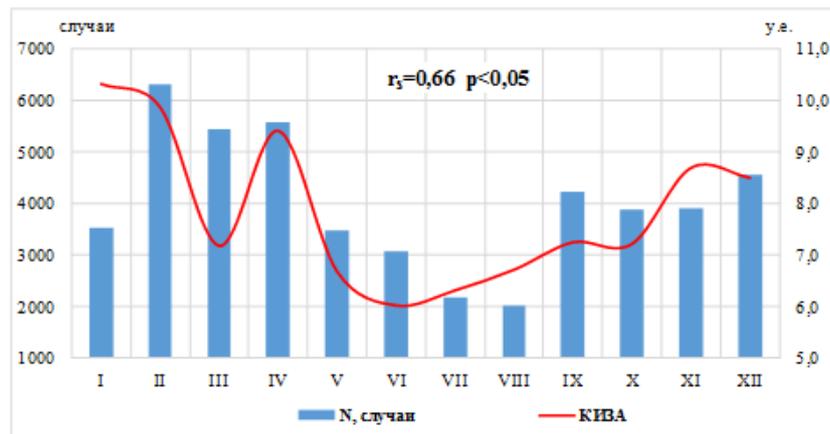


Рисунок 49 - Обращаемость взрослого населения (число случаев) г. Сургута по поводу болезней органов дыхания в годовой динамике 2010 г. на фоне загрязнённости атмосферного воздуха (по величине КИЗА)

Таблица 22 - Значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена по случаям обращений жителей г. Сургута с заболеваниями органов дыхания на фоне содержания аэрогенных поллютантов (в долях ПДК) в период 2010 г.

Ингредиент	Нозологические формы болезней в классе J00-J45 по МКБ-10				
	J00-J22	J30	J40-J44	J45	Σ J00-J45
Оксид азота	0,25	0,21	0,59	0,26	0,34
Диоксид азота	0,34	0,41	-0,08	0,20	0,41
Оксид углерода	0,36	0,11	0,85	0,38	0,41
Диоксид серы	0,06	-0,02	0,31	0,27	0,12
Взвешенные частицы	0,48	-0,02	0,33	0,29	0,50
Фенол	-0,18	-0,46	0,22	-0,21	-0,25
Формальдегид	0,18	-0,26	0,09	-0,07	0,15
3,4 бенз(а)пирен	0,46	0,40	0,60	0,63	0,56
Хром	-0,19	0,00	-0,10	-0,43	-0,14
Цинк	0,09	0,44	-0,10	-0,07	0,10
Медь	-0,79	-0,61	-0,47	-0,81	-0,83
Железо	-0,03	-0,11	0,04	-0,01	-0,08
КИЗА	0,60	0,20	0,64	0,54	0,66

Примечание: жирным шрифтом отмеченные корреляции, значимые на уровне $p < 0,05$. Коды заболеваний по МКБ-10 указаны в примечании к рисунку 30.

Анализ представленных данных (таблица 22) демонстрировал наличие положительных значимых связей в случае оценки взаимосвязи *обращений* населения с такими болезнями, как бронхит; хроническая обструктивная лёгочная болезнь (нозологии J40-J44) с содержанием оксида азота ($r_s=0,59$ $p=0,042$), оксида углерода ($r_s=0,85$ $p=0,001$) и 3,4 бенз(а)пиреном ($r_s=0,60$ $p=0,039$). При сравнении числа *обращений* жителей с заболеванием астмы (нозология J45) положительная корреляционная связь отмечена с 3,4 бенз(а)пиреном ($r_s=0,63$ $p=0,029$). В остальных случаях корреляционная связь имела отрицательную направленность или являлась статистически не значимой.

На рисунке 50 представлены значения корреляционных коэффициентов, характеризующих силу взаимосвязи показателей случаев *экстренных госпитализаций* жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний с величинами объёмов квазиаттракторов аэрогенных поллютантов за период 2010-2012 гг. Наибольшее значение коэффициента корреляции умеренной силы отмечено в 2010 г. – $r_s=0,35$ $p=0,261$; в 2011 г. коэффициент корреляции составил 0,24 ($p=0,453$) и характеризовался как слабый, а в 2012 г. коэффициент корреляции имел отрицательное значение ($r_s= - 0,47$ $p=0,125$).

Взаимосвязь между значениями объёмов КА случаев *экстренных госпитализаций* по поводу климаточувствительных заболеваний и объёмами КА аэрогенных поллютантов демонстрировала значения коэффициентов корреляции немного выше, чем при сравнении абсолютных значений случаев экстренных госпитализаций.

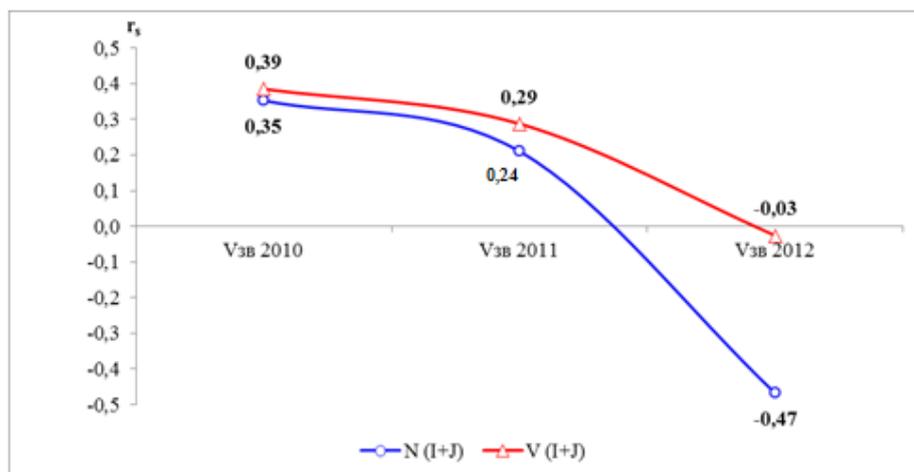


Рисунок 50 - Значения корреляционных коэффициентов взаимосвязи случаев экстренных госпитализаций жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных заболеваний с величинами объёмов квазиаттракторов (Vзв, у.е.) аэрогенных поллютантов за период 2010-2012 гг.: синяя линия – случаи экстренных госпитализаций (суммарное годовое количество (N)); красная линия – объёмы квазиаттракторов случаев экстренных госпитализаций

Учёт ряда исследуемых признаков в их *совокупном влиянии* на показатели популяционного здоровья – число обращений жителей по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям, выполнен с применением алгоритма регрессионного анализа.

В таблице 23 представлены данные, характеризующие взаимосвязь *случаев обращений* населения г. Сургута с заболеваниями органов дыхания, системы кровообращения и эндокринной системы на фоне содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с применением метода множественной регрессии.

Таблица 23 – Результаты анализа влияния аэрогенных поллютантов на показатели обращаемости населения с климаточувствительными заболеваниями с использованием алгоритма множественной регрессии

Параметр	Заболевания органов дыхания (ΣJ)	Заболевания системы кровообращения (ΣI)	Заболевания эндокринной системы (E10-E14)
Диоксид азота	$R^2=0,06$; $F=0,62$ $2315,8+1821,0 \cdot x$	$R^2=0,19$; $F=2,42$ $1613,1+2215,4 \cdot x$	$R^2=0,02$; $F=0,21$ $1081,9+203,91 \cdot x$
Оксид углерода	$R^2=0,23$; $F=3,02$ $2224,8+6461,6 \cdot x$	$R^2=0,002$; $F=0,02$ $3583,4+351,75 \cdot x$	$R^2=0,07$; $F=0,72$ $1454,9-659,1 \cdot x$
Диоксид серы	$R^2=0,02$; $F=0,15$ $3392,7+12052 \cdot x$	$R^2=0,03$; $F=0,28$ $3119,6+10863 \cdot x$	$R^2=0,15$; $F=1,77$ $1646,7-7248 \cdot x$
Взвешенные частицы	$R^2=0,05$; $F=0,52$ $2560,6+2315,4 \cdot x$	$R^2=0,004$; $F=0,04$ $3418,0+418,23 \cdot x$	$R^2=0,005$; $F=0,05$ $1185,1+138,64 \cdot x$
Фенол	$R^2=0,001$; $F=0,01$ $4200,7-247,0 \cdot x$	$R^2=0,13$; $F=1,50$ $5260,3-2106 \cdot x$	$R^2=0,45$; $F=8,13$ $2105-1110 \cdot x$
Формальдегид	$R^2=0,01$; $F=0,1$ $2819,5+589,78 \cdot x$	$R^2=0,03$; $F=0,33$ $5108,5-704,0 \cdot x$	$R^2=0,22$; $F=2,86$ $2345,3-529,2 \cdot x$
3,4-бенз(а)пирен	$R^2=0,31$; $F=4,44$ $1758,7+1417,8 \cdot x$	$R^2=0,39$; $F=6,40$ $1982,9+1066,8 \cdot x$	$R^2=0,001$; $F=0,01$ $1299,6-17,21 \cdot x$
КИЗА	$R^2=0,36$; $F=5,60$ $-221,4+540,15 \cdot x$	$R^2=0,23$; $F=2,98$ $1417,7+288,53 \cdot x$	$R^2=0,04$; $F=0,44$ $1548,1-35,17 \cdot x$

Примечание: R^2 – коэффициент детерминации; F – критерий Фишера. Выделены значения, отмеченные как значимые.

Регрессионный анализ демонстрировал наличие значимой связи для случаев обращений с заболеваниями эндокринной системы и содержанием фенола в атмосферном воздухе (в долях ПДК). Коэффициент детерминации в этом случае составил $R^2=0,45$. Также отмечено значимое влияние содержания 3,4-бенз(а)пирена на количество обращений с заболеваниями системы кровообращения ($R^2=0,39$). При анализе связи загрязнения атмосферного воздуха и случаями обращений с заболеваниями органов дыхания установлено, что значимый коэффициент детерминации наблюдался при учёте комплексного индекса загрязнения атмосферы ($R^2=0,36$).

Анализ корреляционных связей парной взаимосвязи показателей заболеваемости населения по климаточувствительным болезням населения (по данным обращений жителей) с погодно-климатическими факторами условий окружающей среды и степенью загрязнённости атмосферного воздуха в условиях

г Сургута в период 2010-2014 гг., представленных в Таблице 6 Приложения 3, в целом обнаружил 19,2 % (49 коэффициентов корреляции из 255) статистических взаимосвязей положительной направленности.

Наибольшее количество корреляционных коэффициентов – 13 из 17 возможных, отмечено для такого признака, как «теплопотери для органов дыхания» (Q_r , Вт), что составило 76,5 %. Далее следовали признаки для блока взаимосвязей «загрязняющие вещества - заболевания» – «3,4-бенз(а)пирен» – 58,8 % (10 из 17) и «комплексный индекс загрязнения атмосферы» (КИЗА) – 47,1 % (8 из 17). Такой параметр, как перепады относительной влажности (ΔH , %) демонстрировал исключительно отрицательную корреляцию при всех возможных комбинациях взаимосвязей, причём без статистической достоверности; из перечня атмосферных поллютантов такие вещества, как диоксид серы, взвешенные вещества и формальдегид также не проявляли значимых корреляционных связей (Таблица 24).

Таблица 24 – Число корреляционных коэффициентов для отдельных признаков при установлении взаимосвязи с показателями обращаемости населения по климаточувствительным заболеваниям и их удельный вес (%)

Признак	Количество статистических корреляционных коэффициентов, шт.	Доля статистических корреляционных коэффициентов, %
ΔT , °C	3	17,6
ΔP , мБар	4	23,5
ΔH , %	0	0,0
V_x (метео), у.е.	0	0,0
Q_r , Вт	13	76,5
Блок «Метеокомплекс», осреднённое значение	23,5	
КИЗА, у.е.	8	47,1
Оксид азота	1	5,9
Диоксид азота	2	11,8
Оксид углерода	2	11,8
Диоксид серы	0	0,0
Взвешенные частицы	0	0,0
Фенол	1	5,9
Формальдегид	0	0,0
3.4-бенз(а)пирен	10	58,8
V_x (ЗВ), у.е.	5	29,4
Блок «Комплекс ЗВ», осреднённое значение	17,1	

На Рисунке 51 показана картина ранжированных признаков и их удельный вес (%) в наборе корреляционных связей, отмеченных статистической значимостью для блока метеоэлементов (20 коэффициент корреляции) и комплекса загрязняющих веществ (29 коэффициентов корреляции).

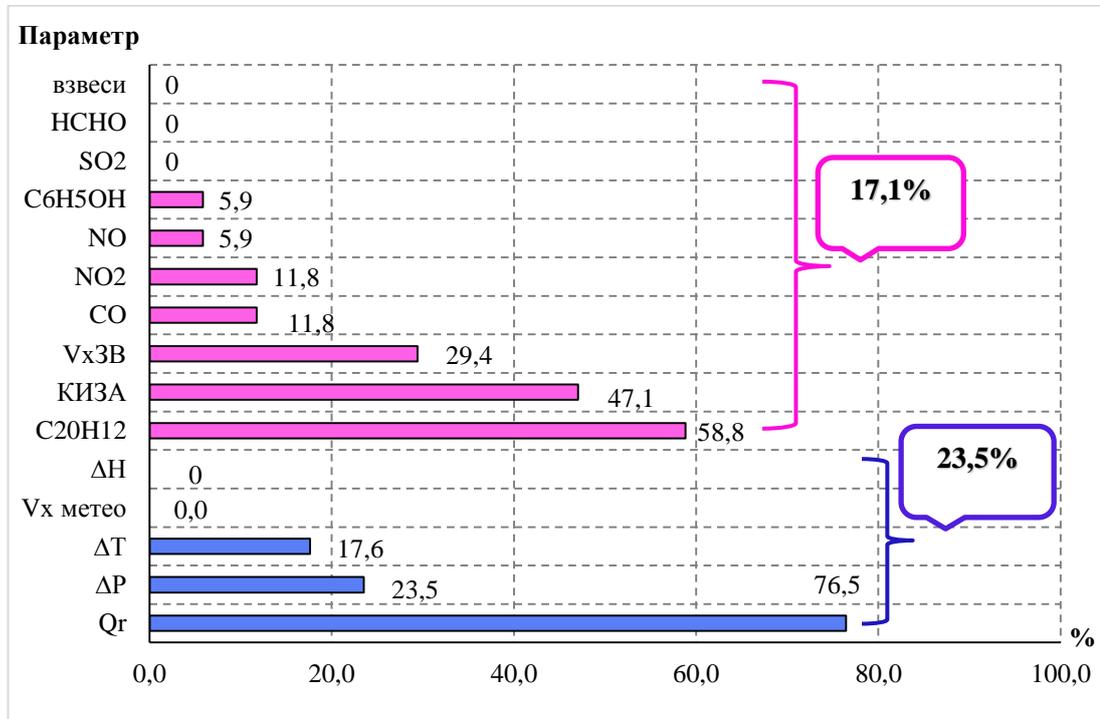


Рисунок 51 - Ранжирование отдельных признаков по значимости их влияния на число обращений населения по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям системы органов дыхания и кровообращения (суммарные случаи) и их долевой вклад (%) по результатам анализа парных корреляционных статистических взаимосвязей:

где Qr – величина теплопотерь органами дыхания, Вт; ΔT – межсуточные температурные перепады, °C; ΔP – межсуточные перепады атмосферного давления, мбар; $Vx_{метео}$ – размерность КА комплекса метеофакторов, у.е.; ΔH – межсуточные перепады влажности, %; $C_{20}H_{12}$ – 3,4 бенз(а)пирен; КИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы; $Vx_{зв}$ – размерность КА комплекса загрязняющих веществ; CO – оксид углерода; NO_2 – диоксид азота; NO – оксид азота; C_6H_5OH – фенол; SO_2 – диоксид серы; СНОН – формальдегид

Из рисунка 51 видно, что в наборе значимых признаков наибольший удельный вес по рейтингу имели следующие параметры: «теплопотери для органов дыхания» (Qr), «3,4-бенз(а)пирен», «комплексный индекс загрязнения атмосферы» (КИЗА) и «объем квазиаттрактора загрязняющих веществ» ($Vx_{зв}$), характеризующий размерность КА для набора аэрогенных поллютантов, и их

доля составляла, соответственно: 76,5 %, 58,8 %, 47,1 % и 29,4 % – от числа значимых корреляционных взаимосвязей в соответствующем комплексе признаков. Средневзвешенное значение удельного веса (%) по блоку признаков для метеоэлементов составило 17,1 %, а для комплекса атмосферных загрязняющих веществ – 23,5 %, что характеризовало величину нагрузки по влиянию погодно-климатического режима и уровня загрязнения атмосферного воздуха на показатели общественного здоровья населения.

В целом, антропогенный прессинг в сочетании с погодно-климатической нагрузкой составил 40,6 %, что является высоким региональным показателем и согласуется с современными научными данными о повышенной нагрузке на организм человека и показатели популяционного здоровья в условиях урбанизированных северных территорий [133-135, 137].

Таким образом, метод анализа взаимосвязей отдельных параметров окружающей среды путём парной корреляционной зависимости, а также алгоритм множественной регрессии в выявлении значимых признаков и их удельного веса показали, что в установлении степени воздействия факторов погодно-климатических условий и аэрогенной обстановки на показатели популяционного здоровья *следует признать объективным* влияние факторов абиотической среды – погодно-климатических условий и комплекса атмосферных поллютантов, которые воздействуют не изолированно, а в комплексе.

Такие параметры, как величина теплопотерь для органов дыхания у жителей, учитывающая сочетание режима температуры и влажности атмосферного воздуха в холодный и переходные периоды года, отдельные загрязнители атмосферного воздуха – в частности 3,4-бенз(а)пирен, а также совокупность влияния комплекса атмосферных загрязняющих веществ (величина КИЗА), воздействие которых носит синергетический характер, являются предикторами или факторами риска в формировании кардиореспираторных патологий у взрослого населения г. Сургута.

Выводы по Главе 5. В данной главе представлены результаты оценки влияния климатозкологических факторов на популяционные показатели здоровья населения на примере г. Сургута по климаточувствительным и экологически зависимым болезням (болезни системы кровообращения, органов дыхания) на основе данных *экстренных госпитализаций* жителей по поводу оказания медицинской помощи и данных *первичных обращений* по вышеуказанным заболеваниям с применением корреляционно-регрессионного анализа.

- Установлено, что в структуре *первичных обращений* жителей по поводу медицинской помощи доля климаточувствительных заболеваний составляла 22,6 % от числа всех обращений, причём вклад случаев по болезням органов дыхания (класс $\Sigma J00-J45$) и системы кровообращения (класс $\Sigma I10-I69$) оказался соизмеримым – 10,1 % и 9,3 %, соответственно. Картина *экстренных госпитализаций* по заболеваниям системы кровообращения у населения отличалась сезонностью, с максимумом случаев в холодный и переходный периоды года и снижением в летние месяцы, что соотносилось с погодно-климатическими условиями этих сезонов – высокими значениями межсуточных перепадов в динамике метеофакторов и суровостью погоды зимних месяцев. Обусловленность сезонного влияния комплекса метеоэлементов на показатели *экстренных госпитализаций* жителей проявлялась на уровне существенных значений индекса сезонности – до 129 % – зимой; до 140 % – весной и до 127 % – осенью.

- Анализ кросскорреляционных зависимостей между частотой *обращений* жителей за медицинской помощью по климаточувствительным и экологически зависимым болезням с *метеорологическими параметрами* демонстрировал наличие статистически достоверных взаимосвязей с температурными перепадами окружающего воздуха для случаев с болезнями кровообращения – $r_s=0,49$ при $p=0,049$ и заболеваний органов дыхания $r_s=0,39$ $p=0,048$; с перепадами атмосферного давления – болезни органов дыхания, с коэффициентом $r_s=0,60$ при $p=0,039$. Эффект влияния совокупного действия метеопараметров с позиций применения метода ФПС (с расчётом размерности КА для комплекса этих метеоэлементов с последующим корреляционным анализом), проявлялся на уровне

выявления статистической связи умеренной силы для случая взаимосвязи размерности КА по обращениям с болезнями органов дыхания с величиной КА комплекса метеофакторов ($V_{\text{метео}}$) – $r_s=0,48$ $p=0,118$. Акклиматизационная нагрузка на органы дыхания для жителей г. Сургута, т.н. общие затраты тепла органами дыхания человека, в сезонной динамике превышала нормативные показатели на 44,3 % в зимний период, на 14,5 % весной и на 21,1 % осенью, что способствует формированию кардиореспираторных патологий у населения и позволяет признать *объективность* влияния как отдельных метеофакторов, так и в их комплексе на популяционные показатели здоровья населения – частоту обращений жителей по поводу климаточувствительных и экологозависимых заболеваний.

• Корреляционный анализ и метод множественной регрессии выявил наличие статистических связей, характеризующих влияние как отдельных атмосферных поллютантов, так и их совокупное воздействие на показатели частоты *обращений* жителей: так значение коэффициента корреляционной взаимосвязи случаев по болезням органов дыхания у жителей с уровнем загрязнения воздуха (совокупность поллютантов) составляло $r_s=0,66$ при $p=0,018$ и сопоставимые величины – для случаев по заболеваниям системы кровообращения $r_s=0,58$ при $p=0,048$, что указывало на заметную силу связей. Результаты анализа посредством множественной регрессии указывали на значимость совокупного влияния (по величине КИЗА) атмосферных поллютантов на частоту обращений по заболеваниям органов дыхания, а на болезни системы кровообращения сказывалось влияние 3,4-бенз(а)пирена. Применимость метода ФПС в контексте учёта размерностей КА и их взаимовлияния выявило статистическую связь высокой силы ($r_s=0,71$ при $p=0,009$) для КА загрязняющих веществ с частотой обращений у жителей по заболеваниям органов дыхания, что указывало на информативность, объективность и сопоставимость разных методов оценки взаимовлияния отдельных атмосферных поллютантов и их совокупного комплекса на популяционные показатели здоровья населения.

• Установлена величина комплексной антропогенной нагрузки в сочетании с особенностями воздействия погодно-климатического режима территории на

показатели общественного здоровья жителей г. Сургута по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям, воздействие которых происходит в тесной связи друг с другом – в совокупности 40,6 %, из них 17,1 % – связано с присутствием загрязняющих веществ в окружающем воздухе, и 23,5 % – обусловлено погодно-климатическими условиями.

- Установлено, что группа трудоспособного населения от 25 до 44 лет является группой повышенного риска по болезням органов дыхания, а группа 44-60 лет – по болезням системы кровообращения с более выраженной картиной для мужчин, что доказывает факт существенного влияния биоклиматических условий и аэрогенной обстановки на высокую степень риска обострений или развития климаточувствительных болезней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время климатозэкологические факторы окружающего мира являются объективными и субъективными сторонами качества жизни человека. Обширный интерес и первостепенное значение в исследовании их закономерностей связывают с той огромной ролью, которую они играют в функционировании не только человеческого общества, но и всего живого и неживого мира.

Экстремальный характер климатических факторов северных территорий России, в том числе ХМАО, оказывает определённое воздействие на качество и комфортность среды обитания. Роль природной среды в формировании у людей определённых признаков особенно велика в районах с экстремальными для жизни человека природными условиями. Медико-биологические исследования свидетельствуют о значительном затруднении компенсаторных процессов при проживании в этих регионах. Это в совокупности с гиподинамией и холодным воздействием создает значительные проблемы для систем регуляции функциональных систем организма человека на Севере [66]. В связи с этим, возникает необходимость оценки динамики метеорологических факторов среды и их влияния на процессы жизнедеятельности и здоровья человека в целом.

Исходя из географических, природных особенностей на территории ХМАО отмечается резкая изменчивость погодных условий на основе колебаний ряда метеопказателей: температуры, атмосферного давления и влажности воздуха. В городах северных территорий происходит слияние антропогенных и природных факторов, при этом имеет место синергизм негативных явлений и, как следствие, более интенсивная деградация среды обитания [21, 57].

Для решения поставленных задач в настоящей работе были проанализированы архивные материалы метеонаблюдений, полученные в период 2010-2014 гг., данные по количеству и спектру загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, а также обращаемость и случаи экстренных госпитализаций жителей трудоспособного возраста г. Сургута по поводу климаточувствительных

заболеваний, проживающих в условиях территории Севера РФ.

В качестве первичных данных были рассмотрены восьмикратные суточные замеры метеорологических показателей окружающей среды для г. Сургута – температура, относительная влажность, давление атмосферного воздуха, кроме этого учтены данные ежесуточного содержания аэрогенных поллютантов – оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, взвешенные частицы, фенол, формальдегид, 3,4 бенз(а)пирен, хром, цинк, медь, железо, а также проанализированы данные медицинской отчётности лечебных учреждений г. Сургута по случаям экстренных госпитализаций и обращаемости жителей с вычленением сектора т.н. климатозависимых заболеваний.

Оценка динамики метеофакторов среды предусматривала использование разных методологических подходов: традиционных методов оценки климатических показателей (расчётная оценочно-бальная характеристика жёсткости погодных условий, методы статистического анализа) и методов с применением теории хаоса и самоорганизации в оценке параметров экосреды (метод идентификации параметров квазиаттракторов в m -мерном пространстве признаков при исследовании характера изменчивости погодно-климатических параметров). В результате анализа метеопараметров, как факторов внешней среды, были получены величины суммарных аттракторов (V_{ij}) и значения коэффициентов асимметрии (rX_{ij}) для каждого месяца в динамике 2010-2014 гг. для исследуемой территории.

Анализ жёсткости погодных условий в зимний период времени показал, что встречаемость «сурового-крайне сурового» типов погодных условий за период исследования составила 37,3 %, «умеренно сурового» типа – 52,7%, что явилось весьма значительным показателем в оценке дискомфорта погодных условий. Исследование характера динамики метеоэлементов продемонстрировало их высокую изменчивость, как в годовом, так и в месячном ходе: отмечены существенные межсуточные перепады с высокими абсолютными значениями и выявлена однонаправленная тенденция потепления зимних и летних температур.

Несомненно, такая высокая вариабельность метеопараметров нашла свое отражение в установлении статистически достоверных взаимосвязях с показателями болезненности жителей, чувствительных к изменениям погодных условий, так называемых метеозависимых заболеваний, в нашем случае – болезни системы кровообращения (с амплитудой температуры и давления атмосферного воздуха), болезни органов дыхания (с амплитудой атмосферного давления) у трудоспособного населения г. Сургута. Определённо, нестабильный режим комплекса метеофакторов в течение года или суток отрицательно сказывается на самочувствии человека, что способствует увеличению риска возникновения или осложнения течения уже имеющегося заболевания, особенно тревожными фактами являются случаи т.н. «омоложения» болезней (25-29 лет). В этой связи, охрана здоровья населения, проживающего в условиях урбанизированного Севера, приобретает особое приоритетное значение.

Результаты расчётных значений потенциальных теплотерь для органов дыхания человека демонстрировали превышение их физиологической нормы (15 Вт) в течение трёх сезонов (зима, весна, осень). Тесная взаимосвязь показателей обращений населения (на примере 2010 г.) по поводу болезней органов дыхания и системы органов кровообращения на фоне теплотерь подтверждалась высокими значениями корреляционных коэффициентов ($r_s=0,68$ при $p=0,016$).

Оценка качества атмосферного воздуха с применением санитарно-гигиенического подхода демонстрировала высокий среднемноголетний уровень загрязнения воздушной среды по комплексному индексу загрязнения атмосферы (9,07 у.е.). С позиции оценки опасности для здоровья человека от воздействия загрязняющих веществ (экологического риска) основными загрязнителями атмосферного воздуха, которые вносили наибольший вклад (до 70 %) в показатели суммарного неканцерогенного риска и имеющие высокие коэффициенты опасности, являлись: формальдегид ($HQ=2,73$), 3,4 бенз(а)пирен ($HQ=1,70$), взвешенные частицы ($HQ=1,43$).

Корреляционный анализ взаимосвязи отдельных аэрогенных поллютантов и случаев обращений населения с заболеваниями органов дыхания выявил

значимую корреляционную связь с оксидом углерода и 3,4-бенз(а)пиреном, а в случае обращений с заболеваниями системы кровообращения – с диоксидом азота и 3,4-бенз(а)пиреном. Применимость метода идентификации параметров квазиаттракторов выявило статистическую связь высокой силы ($r_s=0,71$ при $p=0,009$) для КА загрязняющих веществ с частотой обращений у жителей по заболеваниям органов дыхания. С позиции метода множественной регрессии положительная связь отмечена между заболеваниями эндокринной системы и фенолом, заболеваниями системы кровообращения и 3,4-бенз(а)пиреном, заболеваниями органов дыхания и комплексным индексом загрязнения атмосферы.

По результатам корреляционного анализа взаимосвязи климатоэкологических факторов с показателями здоровья населения, средневзвешенное значение удельного веса (%) по блоку признаков метеоэлементов составило 17,1 % статистически значимых корреляционных связей, а для комплекса атмосферных загрязняющих веществ – 23,5 %. Таким образом, совместная нагрузка погодно-климатических параметров и спектра загрязняющих веществ атмосферного воздуха на организм человека составила 40,6 %, что является высоким региональным показателем.

В итоге проделанной работы важно отметить, что использованные методы оценки динамики метеопараметров и качества атмосферного воздуха, как с позиций традиционных методов, так и со стороны системного анализа, дают возможность достаточно объективно рассмотреть их характерные особенности, вектор изменений и взаимосвязь с показателями здоровья населения.

В реальных условиях окружающей среды обитания наблюдается сочетанное воздействие экологических факторов на организм человека. Таким образом, для объективной оценки влияния факторов абиотической среды на показатели популяционного здоровья необходимо учитывать их комплексное воздействие.

ВЫВОДЫ

1. Направленность региональных погодно-климатических изменений имела общую тенденцию потепления в летний ($\Delta T_{2014-2010} = +0,5 \text{ C}^\circ$) и в зимний ($\Delta T_{2014-2010} = +0,1 \text{ C}^\circ$) сезоны года, что характеризует определённый (детерминированный) режим за период 2010-2014 гг. В годичном ходе кривая метеоэлементов нестационарна, отличалась высокой межсуточной изменчивостью метеопараметров: $\Delta T = 0,0 \div 21,7 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta P = 0,0 \div 47,2 \text{ мбар}$; $\Delta H = 0 \div 66 \text{ \%}$. Суровость зимних погодных условий отмечалась жёсткостью, с повторяемостью «умеренно суровых» (52,7 %) и «суровых-крайне суровых» (37,3 %) типов погоды в условиях г. Сургута, что указывало на присутствие значительной доли некомфортных метеоусловий для здоровья населения.

2. Применение алгоритмов на основе ТХС в m -мерном пространстве признаков в оценке параметров объёмов квазиаттракторов (КА) погодно-климатических показателей, иллюстрировало высокий разброс в размерах КА при сравнении сезонов года в динамике лет: январь – в 2,2 раза; апрель – 47,3 раза; июль – 62,9 раза; октябрь – 3,5 раза. Сравнение сезонной динамики погодных условий демонстрировало следующую значимость метеопараметров, как фазовых переменных m -мерного пространства: температура – 42 % случаев в зимний период и 17 % – летом; атмосферное давление в осенний (75 %), летний (67 %) и весенний (в 50 %) сезоны; относительная влажность – 33 % случаев весной, что подтверждает высокие контрасты погодно-климатических условий северной территории и отражает региональную специфику этих тенденций.

3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха для селитебной территории г. Сургута характеризовался как «высокий», приоритетными поллютантами являлись такие вещества, как: формальдегид с вкладом 37,9 % в общий уровень загрязнения; 3,4 бенз(а)пирен – 26,1 %; фенол – 10,3 %; диоксид азота – 9,1 % и взвешенные частицы – 7,8 %. Расчетный уровень *хронического неканцерогенного риска* ($HI=8,28$) здоровью населения представляли вещества мононаправленного механизма действия, воздействующие на органы дыхания ($HI=6,54$) и на

иммунную систему ($HI=4,41$) с вкладом формальдегида (32,9 %), 3,4 бенз(а)пирена (19,9 %) и взвешенных частиц (17,2 %). Величина суммарного уровня хронического *канцерогенного риска* ($\Sigma CR=6.0 \cdot 10^{-5}$) соответствовала приемлемому уровню для безопасности здоровья человека с основным вкладом (по опасности) соединений хрома (62,0 %) и формальдегида (37,2 %).

4. Матричный способ расчёта межаттракторных расстояний для кластеров аэрогенных веществ с выявлением весомости фазовых переменных на основе метода ФПС, показал значимость формальдегида в 67 % случаев (весна, лето и осень) и 3,4-бенз(а)пирена в 33 % случаев – зимний и весенний периоды и 17 % – осенью, что значительно выше величин, полученных с применением методов санитарно-гигиенического подхода и оценки риска для аэрогенных поллютантов. Оценка межаттракторных расстояний является диагностическим и чувствительным признаком при анализе различий в динамике экологических факторов.

5. В спектре *обращений* взрослого населения г. Сургута за медицинской помощью (на примере 2010 г) доля климаточувствительных болезней составляла 22,6 % от количества всех случаев: болезни органов дыхания (класс $\Sigma J00-J45$) – 10,1 %, кровообращения (класс $\Sigma I10-I69$) – 9,3 % и эндокринной системы (класс $E10-E14$) – 3,2 %. Динамика *госпитализации* взрослого населения за 2010-2014 гг. по болезням системы кровообращения (класс $\Sigma I00-I99$) отличалась сезонностью с очевидным максимумом в холодный и переходный периоды года и снижением в летние месяцы: индекс сезонности изменялся в диапазоне 38 % ÷ 129 % – зимой; 90 % ÷ 140 % – весной; 82 % ÷ 127 % – осенью. Присутствие сезонности в картине госпитализации жителей г. Сургута по поводу климаточувствительных болезней соотносилось с высокой биоклиматической контрастностью северной территории.

6. В структуре климаточувствительных заболеваний у населения отмечалось дифференцирование по половозрастному профилю: возрастная группа трудоспособного населения от 25 до 44 лет является группой повышенного риска по болезням органов дыхания, а группа с 44 до 60 лет – по болезням системы кровообращения с более выраженной картиной для мужчин, что доказывает факт

существенного влияния биоклиматических условий и высокую степень риска обострений или развития климаточувствительных болезней.

7. Корреляционный анализ *обращений* жителей по климаточувствительным заболеваниям на фоне погодной изменчивости показал наличие взаимосвязей достоверного характера ($p < 0,05$): с температурными перепадами $r_s = 0,49$ (болезни кровообращения) и $r_s = 0,39$ (болезни органов дыхания); с перепадами атмосферного давления $r_s = 0,35$ (болезни кровообращения) и $r_s = 0,60$ (болезни органов дыхания). Применение метода ФПС демонстрировало более высокую взаимосвязь между объёмами квазиаттракторов комплекса метеоэлементов ($V_{\text{метео}}$) с параметрами обращений по болезням органов дыхания $r_s = 0,48$.

8. Влияние загрязнения воздуха на популяционные показатели здоровья населения (обращаемость) путём корреляционно-регрессионного анализа проявлялось на уровне статистически значимых связей заметной силы – $r_s = 0,58$ (болезни кровообращения) $r_s = 0,66$ (болезни органов дыхания) и $r_s = 0,61$ – с позиций метода ФПС (болезни органов дыхания), что подтверждало сопоставимость применения разных методов оценки взаимовлияния комплекса атмосферных поллютантов на популяционные показатели здоровья населения.

9. Установлена величина комплексной нагрузки климатотехногенного прессинга на показатели общественного здоровья жителей г. Сургута по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям – в совокупности 40,6 %, из них 17,1 % – связано с присутствием загрязняющих веществ в окружающем воздухе, и 23,5 % – обусловлено погодно-климатическими условиями.

10. Сезонные изменения индекса акклиматизационной нагрузки на органы дыхания для жителей г. Сургута в месте постоянного проживания превышали значения нормы на 44,3 % в зимний период, на 14,5 % весной и на 21,1 % осенью, что приводит к высокому уровню теплопотерь через органы дыхания и является фактором риска в формировании кардиореспираторных патологий у взрослого населения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АФ – атрибутивная фракция

БДС – биологическая динамическая система

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

P – давление атмосферного воздуха

КА – квазиаттрактор

МКБ-10 – Международная классификация болезней

H – относительная влажность

РФ – Российская Федерация

СНС – симпатическая нервная система

ТХС – теория хаоса и самоорганизации

T – температура

ФП – фазовое пространство

ФПС – фазовое пространство состояний

ФСО – функциональные системы организма

ХМАО – Югра – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын, А.П. Патология человека на Севере / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, А.Г. Марачев. – М.: Медицина, 1985. – 416 с.
2. Агаджанян, Н.А. Экологический портрет человека на Севере / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова. – М.: КРУК, 1997. – 208 с.
3. Агаджанян, Н.Г. Человек в условиях Севера / Н.Г. Агаджанян, П.Г. Петрова. – М.: «Крук», 1996. – 206 с.
4. Агаджанян, Н.А. Уровень здоровья и адаптации у населения на Крайнем Севере / Н.А. Агаджанян, Л.В. Саламатина, Е.Н. Леханов. – М.: Надым, 2002. – 160 с.
5. Адайкин, В.И. Стохастические и хаотические подходы в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость населения на примере ХМАО – Югры / В.И. Адайкин, К.Н. Берестин, А.А. Глушук, [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 2. – С. 7-9.
6. Акимова, И.С. Влияние внешних условий среды на работоспособность и обращаемость за медицинской помощью детей младшего школьного возраста г. Омска / И.С. Акимова, Ж.В. Гудинова, Е.Г. Блинова, [и др.] // Экология человека. – 2012. – № 4. – С. 29-33.
7. Алексеева, Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека / Т.И. Алексеева. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 326 с.
8. Алисов, Б.П. Курс климатологии, часть 1, 2 / Б.П. Алисов, О.А. Дроздов, Е.С. Рубинштейн. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 485 с.
9. Алисов, Б.П. Климат СССР / Б.П. Алисов. – М.: Высшая школа, 1956. – 104 с.
10. Алисов, Б.П. Климатология / Б.П. Алисов, Б.В. Полтораус. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 299 с.
11. Анохин, П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. Принципы системной организации функций / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1973. – С. 5-61.
12. Анохин, П.К. Кибернетика функциональных систем / П.К. Анохин. – М.:

- Медицина, 1998. – С. 256-265.
13. Астафьев, В.А. Загрязнение атмосферного воздуха и заболеваемость населения Республики Саха (Якутия) / В.А. Астафьев, О.А. Ушкарева, Н.П. Семенова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 6 (94). – С. 92-96.
 14. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
 15. Барвинко, Н.Г. Сенсибилизация детского населения Удмуртской республики на территориях с разной степенью загрязнения атмосферного воздуха / Н.Г. Барвинко // Экология человека. – 2007. – № 2. – С. 11-15.
 16. Бикмухаметова, Л.М. Биоклиматическая оценка комфортности проживания в условиях территории Среднего Приобья / Л.М. Бикмухаметова // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 4. – С. 66-70.
 17. Бикмухаметова, Л.М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Среднего Приобья болезнями органов дыхания / Л.М. Бикмухаметова // Проблемы региональной экологии. – 2020. – № 2. – С. 27-32.
 18. Бикмухаметова, Л.М. Оценка взаимосвязи случаев экстренной госпитализации жителей города Сургута на фоне погодной изменчивости / Л.М. Бикмухаметова, С.Н. Русак // Север России: стратегии и перспективы развития. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 198-201.
 19. Бикмухаметова, Л.М. Климатоэкологическая обусловленность здоровья населения в условиях Среднего Приобья / Л.М. Бикмухаметова, С.Н. Русак // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 5. – С. 11-17.
 20. Бикмухаметова, Л.М. О метеочувствительных реакциях населения г. Сургута / Л.М. Бикмухаметова, С.Н. Русак, А.А. Прасолова // Север России: стратегии и перспективы развития. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – 2016. – С. 80-85.
 21. Блинов, В.Г. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / В.Г. Блинов. – М.: изд. Росгидромета,

2012. – С. 5.
22. Большаков, А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло. – М.: Эдитория УРСС, 1999. – 256 с.
 23. Буданов, В.Г. Методические принципы синергетики // Новое в синергетике / В.Г. Буданов; под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Наука, 2006. – С. 312-322.
 24. Будыко, М.И. Атлас теплового баланса земного шара / Под ред. М.И. Будыко. – 2-е изд. Междунар. геофиз. комитет и ГГО. – М., 1963. – 464 с.
 25. Будыко, М.И. Климат и жизнь / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 470 с.
 26. Варакина, Ж.Л. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999-2008 годах / Ж.Л. Варакина, Е.Д. Юрасова, Б.А. Ревич, [и др.] // Экология человека. – 2011. – № 6. – С. 28-36.
 27. Ведясова, О.А. Синергетический анализ параметров функциональных систем организма студентов Сургута и Самары / О.А. Ведясова, В.Н. Голушков, А.А. Соколова // Информатика и системы управления. – 2010. – № 2 (24). – С. 125-128.
 28. Веремчук, Л.В. Воздействие климата и загрязнения воздушной среды на иммуно-метаболический статус населения города Владивостока / Л.В.Веремчук, П.Ф. Кику, И.Н. Симонова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2012. – № 44. – С. 20-24.
 29. Веремчук, Л.В. Методология интегральной оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и с бронхолегочной патологией / Л.В. Веремчук, Е.Е. Минеева, Т.И. Виткина, [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – 97(3). – С. 269-273.
 30. Водолажский, Г.И. Взаимосвязь ординарных факторов погоды и церебральных функций людей с неврологическими отклонениями / Г.И. Водолажский, М.Г. Водолажская, М.Д. Найманова // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 51-58.

31. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Государственный научный центр Российской Федерации "Арктический и антарктический научно-исследовательский институт" Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2014. – 1009 с.
32. Гелашвили, Д.Б. Анализ пространственной динамики напряженности экологической ситуации региона на основе обобщенного индекса антропогенной нагрузки (на примере Нижегородской области) / Д.Б. Гелашвили, Г.С. Розенберг, В.А. Басуров, [и др.] // Теоретические проблемы геологии и эволюции. Третьи Любичевские чтения. Институт экологии Волжского бассейна РАН. – 2000. – С. 44-52.
33. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6. 1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест от 31.05.03 [Электронный ресурс]. – М.: Минздрав России, 2003. – Режим доступа: <https://pro.tion.ru/wpcontent/uploads/2014/09>. – Дата обращения 30.08.2017.
34. Глобальные факторы риска для здоровья // Доклад Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс]. –2009. – Режим доступа: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/global_ealth_risk/en/index.html. – Дата обращения 28.01.2014.
35. Говорухина, А.А. Кардиоваскулярные нарушения у мужчин молодого возраста, проживающих в ХМАО – Югре / А.А. Говорухина, М.А. Попова, Н.А. Вологжанина, И.В. Мыльченко, А.Э. Щербакова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 571.
36. Голиков, Р.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31.
37. Горбанев, С.А. Применение принципов доказательности при оценке причинной связи нарушений здоровья населения с воздействием вредных

- химических веществ в окружающей среде / С.А. Горбанев, В.П. Чашин, К.Б. Фридман, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2017. – № 11. – С. 10-17.
38. ГОСТ Р 54139-210 Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Изменение климата [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index/51/51260.htm>. – Дата обращения 20.09.2018.
39. Григорьев, И.И. Погода и здоровье / И.И. Григорьев. – М.: Авиценна, ЮНИТИ, 1996. – 96 с.
40. Григорьева, Е.А. Погодные условия как фактор риска развития болезней органов дыхания населения и меры по их профилактике на примере студенческой молодежи / Е.А. Григорьева, Л.П. Кирьянцева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2014. – № 51. – С. 62-68.
41. Григорьева, Е.А. Кардиореспираторная патология, вызываемая сезонными изменениями погоды, и меры по её профилактике / Е.А. Григорьева, Л.П. Кирьянцева // Информационный бюллетень «Здоровье населения и среда обитания». – 2016. – № 2. – С. 7-10.
42. Гудков, А.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.Б. Лукманова // Экология человека. – 2011. – № 1. – С. 12-17.
43. Данилов-Данильян, В.И. Изменение климата: взгляд из России / В.И. Данилов-Данильян. – М.: ТЕИС, 2003. – 126 с.
44. Данишевский, Г.М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере / Г.М. Данишевский. – М.: Медицина, 1968. – 190 с.
45. Данова, Т.Е. Отклик рекреационных ресурсов Крымского полуострова на современные климатические изменения / Т.Е. Данова, М.П. Никифорова // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2016. – Т. 26, № 2. – С. 142-151.
46. Дворянский, С.А. Некоторые аспекты адаптации и состояния гемостаза на севере / С.А. Дворянский, В.В. Овчинников // Вятский медицинский

- вестник. – 2010. – № 1. – С. 102-105.
47. Демин, Д.Б. Климатоэкологические условия северных территорий и их влияние на сердечно-сосудистую и нервную системы человека / Д.Б. Демин // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2. – С. 20-25.
48. Добрынина, И.Ю. Системный анализ суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы у больных при артериальной гипертензии / И.Ю. Добрынина, Ф.И. Аушева, Е.А. Мишина, В.В. Полухин, [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 4. – С. 208-210.
49. Добрынина И.Ю., Дроздович Е.А., Еськов В.М. [др.] Метод фазовых пространств при оптимизации лечебного и лечебно-оздоровительного воздействия на пациентов / И.Ю. Добрынина, Е.А. Дроздович, В.М. Еськов, [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XVIII, № 3. – С. 323-333.
50. Доклад «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2014 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/vlozheniya/373982/vvedenie>. – Дата обращения: 20.02.2020.
51. Дымников, В.П. Климат и его изменения: математическая теория и численное моделирование / В.П. Дымников, Е.М. Володин, В.Я. Галин, А.В. Глазунов, А.С. Грицун, Н.А. Дианский, В.Н. Лыкосов // Сибирский журнал вычислительной математики. – 2003. – Т. 6, № 4. – С. 347-379.
52. Ермакова, Л.Н. Влияние метеорологических условий на самочувствие человека / Л.Н. Ермакова, Е.С. Ермакова // Географический вестник. – 2012. – № 2 (21). – С. 45-52.
53. Еськов, В.М. Синергетика в клинической кибернетике Часть II. Особенности саногенеза и патогенеза в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / В.М. Еськов. – Самара: Изд-во «Офорт», 2007. – 292 с.

54. Еськов, В.М. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики / В.М. Еськов, В.Г. Зилов, А.И. Григорьев, А.А. Хадарцев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006. – Т. 5, № 3. – С. 617-622.
55. Еськов, В.М. Методы оценки особенностей состояния кардио-респираторной системы студентов в условиях стресса / В.М. Еськов, Е.А. Мишина, О.Е. Филатова // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. XIV, № 1. – С. 39-41.
56. Еськов, В.М. Системный анализ и синтез влияния динамики климатоэкологических факторов на заболеваемость населения севера РФ / В.М. Еськов, А.Г. Назин, С.Н. Русак, О.Е. Филатова, К.А. Хадарцева // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 1. – С. 26-29.
57. Еськов, В.М. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. Часть I. Общие вопросы действия экологических факторов на природные и урбанизированные экосистемы / В.М. Еськов, О.Е. Филатова. – Самара: "Офорт", 2004. – 168 с.
58. Еськов, В.М. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа Часть II. Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ / В.М. Еськов, О.Е. Филатова, В.А. Карпин, В.А. Папшев. – Самара: "Офорт", 2004. – 172 с.
59. Еськов, В.М. Основы теории хаоса и синергетики / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев // Экстремальная медицина. Проблемы экстремальных состояний: материалы научно – практической конференции. Владикавказ. – 2006. – С. 86-91.
60. Еськов, В.М. Синергетика в клинической кибернетике. Часть 1. Теоретические основы системного синтеза и исследований хаоса в биомедицинских системах / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, О.Е. Филатова. – Самара: ООО «Офорт», 2006. – 233 с.
61. Живогляд, Р.Н. Состояние функций женского организма в норме и при патологии по параметрам квазиаттрактора / Р.Н. Живогляд, В.В. Еськов,

- О.В. Жибаркина, А.Р. Насирова // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 12. – С. 23-24.
62. Зайцева, Н.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14-26.
63. Заславская, Р.М. Изучение влияния метеофакторов на показатели гемодинамики у пожилого и среднего возраста больных с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца / Р.М. Заславская // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. – 2011. – № 4(99), вып. 13/1. – С. 104-111.
64. Зенченко, Т.А. Сравнение случаев индивидуальной метеочувствительности человека в экстремальных условиях зимы северных и средних широт / Т.А. Зенченко, А.М. Мерзлый, Ю.Г. Солонин // Экология человека. – 2011. – № 11. – С. 3-13.
65. Зуевский, В.П. Окружающая среда и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа / В.П. Зуевский, В.А. Карпин, В.Н. Катюхин, [и др.]. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2001. – 71 с.
66. Иванов, В.П. Научно-методологические основы оценки риска для здоровья населения при комплексном эколого-гигиеническом исследовании территорий / В.П. Иванов, О.В. Васильева, А.В. Полоников // Экология человека. – 2012. – № 11. – С. 11-19.
67. Иванов, Г.Г. Анализ корреляционных связей между различными кардиологическими показателями в процессе реабилитации больных с сердечно-сосудистой патологией с позиций системного подхода / Г.Г. Иванов, Р.М. Баевский, А.К. Ешманова [и др.] // Функциональная диагностика. – 2007. – № 3. – С. 12-19.
68. Исаев, А. А. Экологическая климатология / А.А. Исаев. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.
69. Казначеев, В.П. Проблемы «Сфинкса XXI века». Выживание населения

- России / В.П. Казначеев, Я.В. Поляков, А.И. Акулов, И.Ф. Мингазов. // Кн.: Проблемы «Сфинкса XXI века». Выживание населения России – Новосибирск, 2000. – 232 с.
70. Капица, С.П. Синергетика и прогнозы будущего /С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. // Кн.: Синергетика и прогнозы будущего. Изд 3. – М.: Наука, 2003. – 288 с.
71. Карпин, В.А. Актуальные проблемы северной магнитобиологии обзор литературы // Экология человека. – 2014. – № 4. – С. 3-9.
72. Карпин, В.А. Анализ воздействия климатотехногенного прессинга на жителей северной урбанизированной территории / В.А. Карпин, А.Б. Гудков, О.И. Шувалова // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 9-14.
73. Карпин, В.А. Синергетика в клинической кибернетике. Часть 4. Системный синтез в физиологии трудовых процессов на Севере: [монография] / В.М. Еськов, В.В. Полухин, В.А. Карпин. – Самара: Офорт, 2010. – 199 с.
74. Карпин, В.А. Современные медико-экологические аспекты урбанизированного Севера / В.А. Карпин, В.Н. Катюхин, Н.Г. Гвоздь, А.В. Пасечник. – Москва, 2003. – 100 с.
75. Карпин, В.А. Клиническое течение артериальной гипертензии в экологических условиях урбанизированного Севера / В.А. Карпин, О.И. Шувалова, А.Б. Гудков // Экология человека, 2011. – №10. – С. 48-52.
76. Кику, П.Ф. Технология распространения болезней органов дыхания под влиянием климатических факторов в рамках социально-гигиенического мониторинга / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук // Бюллетень. – 2004. – Вып. 19. – С. 12-17.
77. Кику, П.Ф. Эколого-социальные факторы и здоровье человека / П.Ф. Кику, М.В. Ярыгина, В.Д. Богданова [и др.] // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 1 (55). – С. 8-15.
78. Крамаренко, А.А. О поиске научно-методических подходов к выявлению и оценке факторов риска ишемической болезни сердца с позиций системного подхода / А.А. Крамаренко // Здоровье населения и среда обитания. – 2012.

- № 2. – С. 6-8.
79. Кудряшова, В.Е. Традиционные факторы риска и сердечно-сосудистые заболевания у представителей коренных малочисленных народов севера Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / В.Е. Кудряшова, М.А. Попова // В мире научных открытий. – 2012. – № 2-2 (26). – С. 74-83.
80. Кузнецова, А.Ю. Изучение здоровья участников образовательного процесса с применением метода variability сердечного ритма при разных типах погоды / А.Ю. Кузнецова // Вестник Московского государственного областного гуманитарного института. Серия: Медико-биологические науки. – 2012. – № 2. – С. 27-33.
81. Лазарева, Н.В. Здоровье среды и здоровье населения: модели, прогноз, ущербы / Н.В. Лазарева, Г.С. Розенберг, М.А. Аристова, Н.В. Костина // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. – 2020. – № 2 (44). – С. 112-122.
82. Лапко, А.В. Метеотропные реакции сердечно-сосудистой системы и их профилактика / А.В. Лапко, Л.С. Поликарпов. – Новосибирск: Наука, 2005. – 200 с.
83. Лебедев, С.М. Роль состояния окружающей среды в развитии заболеваемости населения / С.М. Лебедев, Г.В. Лавриненко // Санитарный врач. – 2014. – № 9. – С. 16-19.
84. Любушкина, Е.А. Применение общей магнитотерапии для немедикаментозной коррекции метеочувствительности у пациентов с артериальной гипертонией / Е.А. Любушкина // Медицина и образование в Сибири. – 2014. – № 3. – С. 1-7.
85. Мазурин, А.В. Метеопатология у детей / А.В. Мазурин, К.И. Григорьев. – М.: Медицина, 1990. – 138 с.
86. Маляр, К.В. Актуальные проблемы изучения взаимосвязи болезней органов дыхания и экологической ситуации / К.В. Маляр, М.В. Пешикова, М.Г. Москвичева // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т XX, № 1. – С. 57-60.

87. Матюхин, В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. – М.: Медицина, 2009. – 424 с.
88. МГЭИК, 2014: Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Электронный ресурс] / Р.К. Пачаури, Л.А. Мейер [и др.]. – МГЭИК, Женева, Швейцария. – 163 с. – Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf. – Дата обращения 13.11.2018.
89. Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: защитные перекрестные эффекты адаптации / Ф.З. Меерсон. – М.: Медицина, 1993. – 421 с.
90. Мешков, Н.А. Причинная обусловленность факторами риска экологически зависимой патологии среди населения нефтедобывающих регионов / Н.А. Мешков, Е.А. Вальцева, И.Б. Андриюшин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 11-2. – С. 289-294.
91. Мироновская, А.В. Роль природно-климатических и экологических факторов в возникновении неотложных состояний сердечно-сосудистой системы: анализ временного ряда / А.В. Мироновская, Т.Н. Унгурияну, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2010. № 9. – С. 13-19.
92. Молягов, Д.И. Биоинформационные особенности параметров квазиаттракторов вектора состояния организма коренного и пришлого населения Югры / Д.И. Молягов, Д.И. Нигматуллин, С.Н. Русак, Д.В. Синенко, О.И. Химикова // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. XVIII, № 2. – С. 418-419.
93. МР 2.1.10.0057-12. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска: методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 48 с.

94. Нифонтова, О.Л. Эколого-географическая характеристика среднего Приобья / О.Л. Нифонтова // Экология человека. – 2006. – № 9. – С. 3-7.
95. Овчарова, В.Ф. Атмосферное электричество - один из основных параметров биоклимата / В.Ф. Овчарова // Атмосферное электричество. Тр. 2 Всесоюзного симпозиума. – Л., 1984. – С. 78-80.
96. Оганов, Р.Г. Концепция факторов риска как основа профилактики сердечнососудистых заболеваний / Р.Г. Оганов // Врач. – 2001. – № 5. – С. 3-6.
97. Оконенко, Т.И. Экологические подходы к оценке влияния уровня загрязнения атмосферного воздуха на детей с заболеваниями дыхательной системы / Т.И. Оконенко, М.С. Токмачев, В.Р. Вебер // Экология человека. – 2006. – № 4. – С. 6-9.
98. Осокин, И.М. Проблемы регионального зимоведения / И.М. Осокин. // Проблемы регионального зимоведения. – Чита, 1968. – Вып. 2. – С. 28-31.
99. Пегова, Е.А. Оценка состояния здоровья детей при воздействии экстремальных природно-климатических факторов / Е.В. Пегова, Г.А. Шабанов, А.А. Рыбченко, А.Л. Максимов // Компенсаторно-приспособительные процессы: фундаментальные, экологические и клинические аспекты : тез. докл. 2-й Всерос. науч.-практ. конф., 2004. – Новосибирск, 2004. – С. 223-225.
100. Петров, С. Б. Эколого-эпидемиологическое исследование влияния атмосферных выбросов городского промышленно-энергетического комплекса на здоровье населения/ С. Б. Петров, Е. Н. Онучина, Б. А. Петров // Экология человека. – 2012. – № 3. – С. 11-15.
101. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую природную среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
102. Ревич, Б.А. Экологические приоритеты и здоровье: социально уязвимые территории и группы населения / Б.А. Ревич // Экология человека. – 2010. –

- № 7. – С. 3-9.
103. Ревич, Б.А. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки / Б.А Ревич, В. В. Малеев. – М: ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.
104. Розенберг, Г.С. Мифы и реальность «устойчивого развития» / Г.С. Розенберг, С.А. Черникова, Г.П. Краснощенок, Д.Б. Гелашвили, Ю.Н. Крылов // Проблемы прогнозирования. –2000. – № 2. – С. 130-154.
105. Розенберг Г.С. Рецензия. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С. Эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья населения Башкирского Зауралья в условиях техногенной нагрузки и аномальных геохимических факторов. УФА: АН РБ; ГИЛЕМ, 2012. 172 с. / Г.С. Розенберг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2017. – Т. 26, № 3. – С. 250-253.
106. Русак С.Н. Биоинформационный анализ хаотической динамики климатоэкологических факторов и их влияние на здоровье населения Югры: автореф. дис. ... докт. биол. н.: 03.01.09 / Русак Светлана Николаевна. – Сургут: СурГУ, 2013. – 44 с.
107. Русак, С.Н. Аэрогенные поллютанты как факторы риска развития и обострения органов дыхания / С.Н. Русак, Л.М. Бикмухаметова, А.А. Голенкова // Северный регион: наука, образование, культура. – 2015. – № 2-3 (32). – С. 61-66.
108. Русак, С.Н. Хаотическая и стохастическая оценка влияния динамики метеофакторов Югры на организм человека / С.Н. Русак, В.М. Еськов, К.Н. Берестин, [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. XVI, № 1. – С. 121-123.
109. Русак, С.Н. Годовая динамика погодно-климатических факторов и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа / С.Н. Русак, В.В. Еськов, Д.И. Молягов, [и др.] // Экология человека. – 2013. – № 11. – С. 19-24.
110. Русак, С.Н. Динамика статуса вегетативной нервной системы у учащихся

- младших классов в погодных условиях г. Сургута / С.Н. Русак, Г.С. Козупица, О.Е. Филатова, [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 4. – С. 92-95.
111. Русак, С.Н. Биоинформационные технологии в анализе фазовых портретов погодно-климатических факторов в m -мерном пространстве признаков / С.Н. Русак, Д.И. Молягов, Л.М. Бикмухаметова, [и др.] // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2014. – № 3. – С. 24-28.
112. Русак, С.Н. Неопределённость в оценке погодно-климатических факторов на примере ХМАО – Югры / С.Н. Русак, О.Е. Филатова, Л.М. Бикмухаметова // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 1. – С. 15-19.
113. Русак, С.Н. Климатоэкологические изменения и здоровье населения Югры / С.Н. Русак, О.Е. Филатова, Л.М. Бикмухаметова. – Тула: Тульский государственный университет, 2016. – 210 с.
114. Русак, С.Н. Метеочувствительные заболевания населения Югры в условиях погодной изменчивости / С.Н. Русак, О.Е. Филатова, Л.М. Бикмухаметова // Вестник новых медицинских технологий [Электронное издание]. – 2017. – Т. 11, № 1. – С. 30-37. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28872116>
115. Русак, С.Н. Динамика погодно-климатических факторов в условиях метеорологической неопределенности на примере ХМАО – Югры / С.Н. Русак, О.Е. Филатова, Д.В. Горбунов, Л.М. Бикмухаметова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 1. – С. 38-44.
116. Русанов, В.И. Методы исследования климата для медицинских целей / В.И. Русанов // Кн.: Методы исследования климата для медицинских целей. – Томск: ТГУ, 1973. – 191 с.
117. Русанов, В.И. Оценка метеорологических условий, определяющих дыхание человека / В.И. Русанов // Бюллетень СО АМН СССР. – 1989. – № 1. – С. 57-60.
118. Салтыкова, М.М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье

- арктического региона: обзор литературы / М.М. Салтыкова, И.П. Бобровницкий, А.В. Балакаева // Экология человека. – 2020. – № 4. – С. 48-55.
119. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006613212 РОСПАТЕНТ. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве. / В.М. Еськов, М.Я. Брагинский, С.Н. Русак, А.А. Устименко, Ю.В. Добрынин. – Москва, 2006.
120. Семенов, С. М. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Семенов С. М., Асмус В. В., Величко А. А., [и др.]. – М.: Гидрометеиздат, 2012. – 512 с.
121. Сеницын, И.С. Биоклиматическая характеристика территории в медико-географических целях / И.С. Сеницын, И.М. Георгица, Т.Г. Иванова // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 279-283.
122. Ткаченко, Б.И. Нормальная физиология человека / Б.И. Ткаченко. – М.: Медицина, 2005. – 928 с.
123. Токарев, С.А. Популяционная оценка факторов, формирующих здоровье детей Крайнего Севера / С.А. Токарев // Вопросы современной педиатрии. – 2007. – Т. 22, № 1. – С. 15-17.
124. Унгурияну, Т.Н. Синергетический подход в медицинской экологии / Т.Н. Унгурияну, П.И. Сидоров // Экология человека. – 2007. – №4. – С. 3-8.
125. Усманова Т.Ю. О состоянии окружающей среды Ханты–Мансийского автономного округа в 2008-2009 годах / Т.Ю. Усманова. – Ханты-Мансийск, 2010. – 132 с.
126. Ушаков, В.Ф. Влияние климато-экологических факторов на возникновение и течение бронхолегочной патологии в условия Севера / В.Ф. Ушаков, Т.В. Зуевская, И.Э. Ильина. – Сургут: Дефис, 2008. – С. 5-116.
127. Филатова, О.Е. Анализ матриц межаттракторных расстояний параметров физиологических функций больных в условиях кинезиотерапии / О.Е. Филатова, В.М. Еськов, В.В. Еськов, [и др.] // Системный анализ и

- управление в биомедицинских системах. – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 687-691.
128. Филатова, О.Е. Оценка эффективности лечебного воздействия на организм человека с помощью матриц расстояний / О.Е. Филатова, В.М. Еськов, М.А. Филатов, [и др.] // Информатика и системы управления. – 2010. – № 2. – С. 105-108.
129. Филатова, О.Е. Изучение сложных медико-биологических систем с позиций синергетического подхода / О.Е. Филатова, В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – Т. 9, № 4. – 2010. – С. 787-791.
130. Хадарцев, А.А. Медико-биологические аспекты теории хаоса и синергетики / А.А. Хадарцев, В.М. Еськов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006 – Т. 5, №3 – С. 608-612.
131. Хадарцев, А.А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть IX. Биоинформатика в изучении физиологических функций жителей Югры / А.А. Хадарцев, В.М. Еськов. – Самара: Офорт (гриф РАН), 2010. –173 с.
132. Хаснулин, В.И. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры воздуха и географической широты проживания в РФ / В.И. Хаснулин, В.В. Гафаров, М.И. Воевода, [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6-2. – С. 255-259.
133. Хаснулин, В.И. Подходы к районированию территории России по условиям дискомфортности окружающей среды для жизнедеятельности населения / В.И. Хаснулин, А.К. Собакин, П.В. Хаснулин, [и др.] // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – №3 (117). – С. 106-111.
134. Хаснулин, В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах / В.И. Хаснулин, П.В. Хаснулин // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 3-11.
135. Хаснулин, В.И. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на

- Севере России / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина // Экология человека. – 2012. – № 8. – С. 3-7.
136. Хаснулин, В.И. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина // Экология человека. – 2013. – № 1. – С. 8-13.
137. Хаснулин, В.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на севере, подходы к профилактике и лечению / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина, И.И. Чечеткина // Экология человека. – 2009. – № 6. – С. 26-30.
138. Хаснулин, В.И. Кардиометеопатии на Севере / В.И. Хаснулин, А.М. Шургая, А.В. Хаснулина [и др.]. – Новосибирск, 2000. – 180 с.
139. Хлебцова, Е.Б. Влияние загрязнения окружающей среды на болезни органов дыхания населения Волжского понизовья / Е.Б. Хлебцова, Б.Н. Хлебцов, Д.Ш. Дубина // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 8. – С. 149-153.
140. Хрущев, В.А. Здоровье человека на Севере / В.А. Хрущев. – М.: Астра, 1994. – 508 с.
141. Чашин, В.П. Труд и здоровье человека на Севере / В.П. Чашин, И.И. Деденко. – Мурманск: Книжное издательство, 1990. – 104 с.
142. Чеснокова, В.Н. Сезонные изменения сердечного ритма у студентов с различными типами вегетативной регуляции на Европейском Севере / В.Н. Чеснокова, И.Г. Мосягин // Экология человека. – 2010. – № 3. – С. 35-39.
143. Швалев, В.Н. Феномен ранней возрастной инволюции симпатического отдела вегетативной нервной системы / В.Н. Швалев, Н.А. Тарский // Кардиология. – 2001. – Т. 41, № 2. – С. 10-14.
144. Шестакова, Г.Н. Сравнительная характеристика показателей гемодинамики и функции внешнего дыхания у коренных малочисленных народов Севера и пришлого Окружающая среда населения Сургутского района / Г.Н. Шестакова // Тез. докл. II городской науч.-практ. конф. – Тюмень, 2004. – С. 96-97.
145. Штылева, И. В. Актуальные вопросы сохранения здоровья школьников в

- условиях Севера / И.В. Штылева // Национально-региональное образование по физической культуре и спорту.– Сургут: РИЦ СурГПИ, 2000. – С. 148-151.
146. Юзбеков, А.К. Влияние техногенного загрязнения атмосферы на заболеваемость органов дыхания / А.К. Юзбеков, М.А. Юзбеков // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2015. – № 1. – С. 19-24.
147. Agadzhanian, N.A. Role of time in human adaptation in the north / N.A. Agadzhanian, N.V. Ermakova // Medicine (Program "Universities of Russia", Blok II). / Edit board A.N. Tikhonov, V.A. Sadovnichii [et al.]/ – M.: Publich. Moskow University, 1995. – P. 97-105.
148. Aust, N.Z. / N.Z. Aust, S.J. Tong // Med. – 2000. – Vol. 30, No. 5. – P. 618-625.
149. Barnett, AG. /Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and New Zealand / AG. Barnett, G.M. Williams, J. Schwart, [et al.] // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2005. – Vol. 171 (11). – P. 1272-1278.
150. Bates, D. V. Climate change and health / D.V. Bates // CMAJ. – 2005. – Vol. 173, N 4. – P. 339.
151. Bucher, K. The Influence of weather on the organism / K. Bucher // Human biometeorology. Material congress. – St. Petersburg, 2000. – P. 52-76.
152. Burroughs, W. (ed.) Climate: Into the 21st Century / W. Burroughs // Edward Elgar Publ. Co. Ltd. Cheltenham, 2002. – P. 71.
153. Chen G. Is diurnal temperature range a risk factor for acute stroke death? / G. Chen, Y. Zhang, G. Song, [et al.] // Int. g. Cardiol. – 2007. – Vol. 116. – P. 408-409.
154. Churchland, M.M. Neural Population Dynamics during Reaching / M.M. Churchland, J.P. Cunningham, M.T. Kaufman, [et al.] // Nature. – 2012. – Vol. 487, No. 7405. – P. 51-56.
155. Consistent Estimates of Incidence, Prevalence, and Mortality by WHO Region. Global Programme on Evidence for Health Policy. World Health Organization. – 2001. – P. 18-48.

156. Dockery, D.W. Air pollution and daily mortality: associations with particulate and acid aerosols / D.W. Dockery, J. Schwartz, J.D. Spengler // *Environmental Research*. – 1992. – Vol. 59. – P. 362-373.
157. Dockery, D.W. Effects of inhalable particles on respiratory health of children / D.W. Dockery, F.E. Speizer, D.O. Stram, [et al.] // *The American Review of Respiratory Disease*. – 1989. – Vol. 139. – P. 587-594.
158. Eskov, V.M. Characteristic Features of Measurements and Modeling for Biosystems in Phase Spaces of States / V.M. Eskov, V.V. Eskov, O.E. Filatova // *Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements)*. – 2011. – Vol. 53, No. 12. – P. 1404-1410.
159. Eskov, V.M. Two types systems and three of paradigms in systems philosophy and systems science / V.M. Eskov, V.V. Eskov, O.E. Filatova, [et al.] // *Journal of Biomedical Science and Engineering*. – 2012. – Vol. 5, No. 10. – P. 602-607.
160. Eskov, V.M. The comparison of the efficiency of classic stochastic theory and theory of chaos-selforganization (TCS) / V.M. Eskov, T. V. Gavrilenko, A. A. Baltikova, [et al.] // *Complexity. Mind. Postnonclassic*. – 2012. – Vol. 1. – P. 81-91
161. Eskov, V.M. Measurement of dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems / V.M. Eskov, T.V. Gavrilenko, V.V. Kozlova, [et al.] // *Measurement Techniques*. – 2012. – Vol. 55, No. 9. – P. 1096-1101.
162. Eskov, V.M. Quantitative Registration of the Degree of the Voluntariness and Involuntariness (of the Chaos) in Biomedical Systems / V.M. Eskov, A.A. Khadartsev, V.V. Eskov [et al.] // *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation*. – 2013. – Vol. 3. – P. 67-74.
163. Eskov, V.M. Chaotic approach in biomedicine: Individualized medical treatment / V.M. Eskov, A.A. Khadartsev, V.V. Eskov, [et al.] // *Journal of Biomedical Science and Engineering*. – 2013. – Vol. 6, No. 6. – P. 847-853.
164. Fraedrich, Z. Estimating the dimensions of weather and climate attractors / Z. Fraedrich // *Journal of the Atmospheric Sciences*. – 1986. – Vol. 43. – P. 331-344.

165. Gelashvili, D.B. The fractal structure of the percolation cluster and the spatial distribution of dominant species / D.B. Gelashvili, D.I. Iudin, G.S. Rozenberg // Doklady Biological Sciences. – 2006. – Vol. 408. – P. 233-236.
166. Goody, R. Why monitor the climate? / R. Goody, J. Anderson, T. Karl, [et al.] // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2002. – Vol. 83, No. 6. –P. 873-878.
167. Griffin, J.M. Global Climate Change: The Science, Economics and Politics / J.M. Griffin. – Edward Elgar Pub, 2003. – 288 p.
168. IPCC Third Assessment Report. Climate Change: The Scientific Basis [Электронный ресурс] // Cambridge University, 2001. – 881 p. – Available at: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report .pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf)
169. Kinney, P.L. Sensitivity analysis of mortality/ PM10 associations in Los Angeles / P.L. Kinney, K. Ito, G.D. Thurston // Inhalation Toxicology. – 1995. – Vol. 7, No. 1. – P. 59-69.
170. Knyazeva, H. The Synergetic Principles of Nonlinear Thinking / H. Knyazeva // World Futures. – 1999. – Vol. 54, No. 2. – P. 163-181.
171. Knyazeva, H. Synergetics and the Images of Future / H. Knyazeva // Futures. – 1999. – Vol. 31, No. 3-4. – P. 281-290.
172. Knyazeva, H. Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition / H. Knyazeva, H. Haken // Journal for General Philosophy of Sciences. – 2000. – Vol. 31, No. 1. – P. 57-73
173. Kondratyev, K.Ya. Global Carbon Cycle and Climate Change / K.Ya. Kondratyev, V.F Krapivin, C.A. Varotsos. – Springer/Praxis, Chichester, UK, 2003. – 344 p.
174. Kovats, R.S. Global climate change and health: recent findings and future steps / R.S. Kovats, A. Haines // CMAJ. –2005. – Vol. 172, No. 4. – P. 501-502.
175. Lai, Y.-C. Effective scaling regime for computing correlation dimension from chaotic time series / Y.-C. Lai, D. Lerner // Physica D.– 1998. – Vol. 115. – P. 1-18.
176. Le, F.K. Heart rate variability after exercise is related to recovery of

- parasympathetic tone / F.K. Le, P.J. Kannakeril, A.H. Kadish, J.J. Goldberger // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2002. – Vol. 39. – P. 100-101.
177. Leok M.B.T. Estimating the attractor dimension of the equatorial weather system / M.B.T. Leok // *Acta Physica Polonica A*. – 1994. – Vol. 85. – P. Supplement 27-35.
178. Likhvar, V. Relation between temperature and suicide mortality in Japan in the presence of other confounding factors using time-series analysis with a semiparametric approach / V. Likhvar, Y. Honda, M. Ono // *Environmental Health and Preventive Medicine*. – 2011. – Vol. 16. – P. 36-43.
179. Luria, P. Health risk perception and environmental problems: findings from ten case studies in the North west of England / P. Luria, C. Perkins, M. Lyons. – Liverpool, 2009. – 70 p.
180. Mandigout, S. Physical training increases heart rate variability in healthy prepubertal children / S. Mandigout, A. Melin, L. Fauchier, [et al.] // *European Journal of Clinical Investigation*. – 2002. – Vol. 32, No. 7. – P. 479-487.
181. McKemy, D.D. How cold is it? TRPM8 and TRPA1 in the molecular logic of cold / D.D. McKemy // *Molecular Pain*. – 2005. – Vol. 1. – P. 16. – Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1186/1744-8069-1-16>
182. Muthers, S. Climate change and mortality in Vienna – a human biometeorological analysis based on regional climate modeling / S. Muthers, A. Matzarakis, E. Koch // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2010. – No. 7 (7). – P. 2965-2977.
183. Nicolis, C. Is there a climatic attractor / C. Nicolis, G. Nicolis // *Nature*. – 1984. – Vol. 311. – P. 529-532.
184. Pasche, A. Occupational health in the fish processing industry - an activity to improve the work environment by preventing cold exposures / A. Pasche // *Barents*. – 2001. – Vol. 4, No. 1. – P. 12-14.
185. Peter, I. Geographic variation in vascular mortality in Eurasia: spatial autocorrelation analysis of mortality variables and risk factors / I. Peter, I. Otremski, G. Livshits // *Annals of Human Biology*. – 1996. – Vol. 23, No. 6. – P.

- 471-490.
186. Pope III, C.A. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution / C.A. Pope III, R.T Burnett, M.J Thun, [et al.] // *Journal of the American Medical Association*, 2002. Vol. 287, No. 9. – P. 1132-1141.
 187. Revich, B.A. The effects of particulate and ozone pollution on mortality in Moscow, Russia / B.A. Revich, D.A. Shaposhnikov // *Air Qual Atmos Health*. – 2010. – Vol. 3. – P. 117-123.
 188. Scafetta, N. Fractal response of physiological signals to stress conditions, environmental changes, and neurodegenerative diseases / N. Scafetta, R.E. Moon, B.J. West // *Complexity*. – 2007. – Vol. 12, No 5. – P. 12-17.
 189. Schwartz, J. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Tucson / J. Schwartz // *Epidemiology*. – 1997. – Vol. 8, No. 4. – P. 371-377.
 190. Shea, M.A. Preliminary study of cosmic rays, geomagnetic field changes and possible climate changes / M.A. Shea, D.F. Smart // *Advances in Space Research*. – 2004. – Vol. 34. – P. 420-425.
 191. Shkolnikov, V. Changes in life expectancy in Russia in the mid-1990's / V. Shkolnikov, M. McKee, D.A. Leon // *The Lancet*. – 2001. – Vol. 357, No. 9260. – P. 917-921.
 192. Zhang, P. Long-term exposure to ambient air pollution and mortality due to cardiovascular disease and cerebrovascular disease in Shenyang, China / P. Zhang, G. Dong, B. Sun, [et al.] // *PLoS ONE*. – 2011. – Vol. 6. – P. 1-8.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Показатели градиентов метеопараметров в динамике 2010-2014 гг.

Год/ месяц	2010			2011			2012			2013			2014		
	ΔT макс	ΔP макс	ΔH макс	ΔT макс	ΔP макс	ΔH макс	ΔT макс	ΔP макс	ΔH макс	ΔT макс	ΔP макс	ΔH макс	ΔT макс	ΔP макс	ΔH макс
I	17,6	12,1	23,4	16	2,7	14,0	11,7	9,2	11,7	8,1	7,4	11,0	11,5	6,4	9,0
II	11,6	14,9	11,9	14,4	3,7	14,4	11,0	11,1	11,4	16,7	11,5	15,0	8,2	3,3	14,0
III	11,7	12,3	28,9	6,8	4,6	33,0	11,1	12,0	27,9	14,2	11,3	28,0	7,6	27,5	26,0
IV	9,6	13,5	40,0	6,9	3,4	23,5	9,8	12,5	29,4	10,9	8,3	55,0	8,5	27,6	41,0
V	10,2	10,6	38,1	10,4	1,6	32,7	7,0	11,4	66,0	8,0	8,0	60,0	19,3	14,8	45,0
VI	9,6	11,9	32,3	13,7	2,0	37,4	14,7	13,3	59,0	11,7	6,7	55,0	10,1	3,2	46,0
VII	7,6	9,0	21,3	7,0	1,9	25,0	13,0	4,0	52,0	11,2	2,4	52,0	14,4	3,8	48,0
VIII	7,0	7,0	28,1	6,1	3,1	26,9	13,8	10,7	43,0	8,8	3,9	36,0	8,8	3,6	34,0
IX	6,4	47,2	25,9	6,1	2,1	30,9	8,9	11,8	41,0	7,8	8,4	39,0	8,4	5,4	40,0
X	4,5	9,1	25,3	21,6	2,1	17,1	10,1	19,6	63,0	5,7	12,4	29,0	8,8	5,3	23,0
XI	21,7	15,8	13,5	9,8	3,4	11,3	11,4	15,4	29,0	13,6	11,2	19,0	16	19,0	34,0
XII	11,5	18,4	10,2	11,2	3,8	9,7	11,4	10,8	13,0	8,2	7,4	12,0	17,1	15,9	20,0

Примечание: $\Delta T_{\text{макс}}$. – максимальные значения амплитуды температуры атмосферного воздуха, °C, $\Delta P_{\text{макс}}$. – максимальные амплитуды атмосферного давления, мбар; $\Delta H_{\text{макс}}$. – максимальные амплитуды влажности, %.

Таблица 2

Матрица значений результата проверки статистической значимости различий на примере оценки температуры атмосферного воздуха, $T, ^\circ\text{C}$ (как метеорологического параметра) за 2010-2014 гг. с использованием Т-критерия Уилкоксона (при расчете Т-критерия Уилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали $p < 0,05$)

январь						февраль						март					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2010		0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	2010		0,0001	0,0309	0,0000	0,0000
2011	0,0000		0,0996	0,0000	0,1538	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0001		0,0820	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0996		0,0000	0,3015	2012	0,0000	0,0000		0,7485	0,0000	2012	0,0309	0,0820		0,0000	0,0000
2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,1433	2013	0,0000	0,0000	0,7485		0,0000	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
2014	0,0000	0,1538	0,3015	0,1433		2014	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000		2014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
апрель						май						июнь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0000	0,0000	0,3440	0,3707	2010		0,0000	0,0000	0,9240	0,0000	2010		0,0000	0,0000	0,3236	0,0774
2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0008	0,0000	0,0431	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0000		0,0001	0,0000	2012	0,0000	0,0008		0,0000	0,6819	2012	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
2013	0,3440	0,0000	0,0001		0,4455	2013	0,9240	0,0000	0,0000		0,0000	2013	0,3236	0,0000	0,0000		0,0143
2014	0,3707	0,0000	0,0000	0,4455		2014	0,0000	0,0431	0,6819	0,0000		2014	0,0774	0,0000	0,0000	0,0143	
июль						август						сентябрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0005	0,0000	0,0000	0,6024	2010		0,0001	0,4411	0,0000	0,0011	2010		0,0000	0,0000	0,0004	0,9539
2011	0,0005		0,0000	0,0000	0,0347	2011	0,0001		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0007	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0000		0,0697	0,0000	2012	0,4411	0,0000		0,0000	0,0011	2012	0,0000	0,0007		0,0000	0,0000
2013	0,0000	0,0000	0,0697		0,0000	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,1419	2013	0,0004	0,0000	0,0000		0,0000
2014	0,6024	0,0347	0,0000	0,0000		2014	0,0011	0,0000	0,0011	0,1419		2014	0,9539	0,0000	0,0000	0,0000	
октябрь						ноябрь						декабрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0769	0,0000	0,0000	0,0000	2010		0,0002	0,0013	0,0000	0,0018	2010		0,0000	0,1390	0,0000	0,0000
2011	0,0769		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0002		0,0309	0,0000	0,0054	2011	0,0000		0,0000	0,0600	0,0109
2012	0,0000	0,0000		0,0048	0,0000	2012	0,0013	0,0309		0,0000	0,5785	2012	0,1390	0,0000		0,0000	0,0000
2013	0,0000	0,0000	0,0048		0,0000	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	2013	0,0000	0,0600	0,0000		0,4990
2014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		2014	0,0018	0,0054	0,5785	0,0000		2014	0,0000	0,0109	0,0000	0,4990	

Матрица значений результата проверки статистической значимости различий на примере оценки давления атмосферного воздуха, P , мбар (как метеорологического параметра) за 2010-2014 гг. с использованием Т-критерия Уилкоксона (при расчете Т-критерия Уилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали $p < 0,05$)

январь						февраль						март					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0000	<i>0,0529</i>	0,0000	0,0000	2010		0,0000	0,0000	0,0000	<i>0,7368</i>	2010		0,0012	0,0481	0,0217	0,0000
2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0012		0,0000	0,0002	<i>0,1788</i>
2012	<i>0,0529</i>	0,0000		0,0000	0,0000	2012	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	2012	0,0481	0,0000		<i>0,5947</i>	0,0000
2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	2013	0,0217	0,0002	<i>0,5947</i>		0,0000
2014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		2014	<i>0,7368</i>	0,0000	0,0000	0,0000		2014	0,0000	<i>0,1788</i>	0,0000	0,0000	
апрель						май						июнь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2010		0,0086	0,0000	0,0000	0,0000	2010		0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,2176	2011	0,0086		<i>0,3082</i>	0,0000	<i>0,2332</i>	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0000		0,9713	0,0000	2012	0,0000	<i>0,3082</i>		0,0146	<i>0,5503</i>	2012	0,0001	0,0000		0,0203	<i>0,2368</i>
2013	0,0000	0,0000	0,9713		0,0000	2013	0,0000	0,0000	0,0146		0,0002	2013	0,0000	0,0000	0,0203		<i>0,1095</i>
2014	0,0000	0,2176	0,0000	0,0000		2014	0,0000	<i>0,2332</i>	<i>0,5503</i>	0,0002		2014	0,0000	0,0000	<i>0,2368</i>	<i>0,1095</i>	
июль						август						сентябрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0366	<i>0,7687</i>	0,0000	0,0000	2010		0,0190	0,0243	0,0197	0,0005	2010		0,0000	0,0000	0,0011	<i>0,0938</i>
2011	0,0366		<i>0,7545</i>	0,0000	0,0000	2011	0,0190		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0000	0,0488	0,0000
2012	<i>0,7687</i>	<i>0,7545</i>		0,0000	0,0000	2012	0,0243	0,0000		<i>0,0895</i>	<i>0,1407</i>	2012	0,0000	0,0000		0,0000	0,0092
2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0001	2013	0,0197	0,0000	<i>0,0895</i>		<i>0,1812</i>	2013	0,0011	0,0488	0,0000		0,0012
2014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001		2014	0,0005	0,0000	<i>0,1407</i>	<i>0,1812</i>		2014	<i>0,0938</i>	0,0000	0,0092	0,0012	
октябрь						ноябрь						декабрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		<i>0,4251</i>	0,0000	0,0000	0,0003	2010		0,0002	<i>0,2480</i>	<i>0,2865</i>	0,0001	2010		0,1127	<i>0,9158</i>	0,0000	0,0000
2011	<i>0,4251</i>		0,0000	0,0000	0,0088	2011	0,0002		0,0032	0,0000	0,0000	2011	0,1127		0,0004	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0000		<i>0,7093</i>	0,0021	2012	<i>0,2480</i>	0,0032		0,0002	0,0000	2012	<i>0,9158</i>	0,0004		0,0000	0,0000
2013	0,0000	0,0000	<i>0,7093</i>		0,0002	2013	<i>0,2865</i>	0,0000	0,0002		0,0038	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
2014	0,0003	0,0088	0,0021	0,0002		2014	0,0001	0,0000	0,0000	0,0038		2014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

Матрица значений результата проверки статистической значимости различий на примере оценки влажности атмосферного воздуха, H , % (как метеорологического параметра) за 2010-2014 гг. с использованием Т-критерия Уилкоксона (при расчете Т-критерия Уилкоксона уровень значимости, достаточный для отклонения нулевой гипотезы, принимали $p < 0,05$)

январь						февраль						март					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	2010		0,0000	0,0021	0,0000	0,3849	2010		0,0000	0,0182	0,0000	0,0841
2011	0,0000		0,0003	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	2011	0,0000		0,0000	0,2530	0,0000
2012	0,0000	0,0003		0,2069	0,0006	2012	0,0021	0,0000		0,0000	0,0000	2012	0,0182	0,0000		0,0000	0,0006
2013	0,0000	0,0000	0,2069		0,1684	2013	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	2013	0,0000	0,2530	0,0000		0,0000
2014	0,0001	0,0000	0,0006	0,1684		2014	0,3849	0,0000	0,0000	0,0000		2014	0,0841	0,0000	0,0006	0,0000	
апрель						май						июнь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,9877	0,0478	0,7185	0,7250	2010		0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	2010		0,5008	0,0000	0,0022	0,8962
2011	0,9877		0,0121	0,4130	0,8842	2011	0,0000		0,0067	0,0003	0,0197	2011	0,5008		0,0000	0,0002	0,1679
2012	0,0478	0,0121		0,0028	0,0037	2012	0,0000	0,0067		0,2226	0,7088	2012	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
2013	0,7185	0,4130	0,0028		0,4862	2013	0,0004	0,0003	0,2226		0,2074	2013	0,0022	0,0002	0,0000		0,0002
2014	0,7250	0,8842	0,0037	0,4862		2014	0,0000	0,0197	0,7088	0,2074		2014	0,8962	0,1679	0,0000	0,0002	
июль						август						сентябрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0003	0,0000	0,0000	0,1437	2010		0,9683	0,0000	0,1973	0,0923	2010		0,0000	0,4798	0,0052	0,5667
2011	0,0003		0,0018	0,0000	0,0000	2011	0,9683		0,0000	0,3126	0,1286	2011	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
2012	0,0000	0,0018		0,2050	0,0000	2012	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	2012	0,4798	0,0000		0,0152	0,9298
2013	0,0000	0,0000	0,2050		0,0000	2013	0,1973	0,3126	0,0000		0,3531	2013	0,0052	0,0000	0,0152		0,0622
2014	0,1437	0,0000	0,0000	0,0000		2014	0,0923	0,1286	0,0000	0,3531		2014	0,5667	0,0000	0,9298	0,0622	
октябрь						ноябрь						декабрь					
	2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014		2010	2011	2012	2013	2014
2010		0,0001	0,0000	0,0002	0,0371	2010		0,0005	0,4888	0,0621	0,0000	2010		0,0038	0,1117	0,0000	0,0001
2011	0,0001		0,0030	0,7999	0,0045	2011	0,0005		0,0000	0,0000	0,0001	2011	0,0038		0,0000	0,0740	0,1005
2012	0,0000	0,0030		0,0011	0,0000	2012	0,4888	0,0000		0,5490	0,0000	2012	0,1117	0,0000		0,0000	0,0001
2013	0,0002	0,7999	0,0011		0,0002	2013	0,0621	0,0000	0,5490		0,0000	2013	0,0000	0,0740	0,0000		0,5596
2014	0,0371	0,0045	0,0000	0,0002		2014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000		2014	0,0001	0,1005	0,0001	0,5596	

Значения межкластерных расстояний (Z_0 , у.е.) при сравнении аттракторов комплекса метеопараметров погодной динамики 2010 года в сравнении с периодом 2011-2014 гг.

Параметр	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3
Период	2011				2012				2013				2014			
январь	11.2	8.0	7.9	11.2	9.6	5.2	8.1	9.5	235.0	234.9	234.9	4.3	241.8	241.8	241.8	5.6
февраль	9.9	6.6	8.4	9.0	12.1	5.3	12.1	11.0	251.4	251.2	251.3	12.0	259.6	259.6	259.6	2.8
март	10.1	9.8	6.4	8.2	6.1	6.0	5.5	2.9	256.3	256.1	256.2	10.4	252.6	252.5	252.5	3.5
апрель	7.0	5.3	7.0	4.6	6.0	5.2	3.2	6.0	246.2	246.2	246.2	2.3	243.2	243.2	243.2	0.6
май	15.4	14.8	4.9	15.3	14.0	13.0	5.3	14.0	250.6	250.6	250.4	7.9	252.7	252.6	252.5	7.7
июнь	4.8	0.5	4.8	4.8	13.4	10.7	9.3	12.6	257.5	257.5	257.5	2.9	255.6	255.6	255.6	1.2
июль	7.1	7.1	5.5	4.6	254.6	254.6	254.4	11.0	253.9	253.9	253.7	12.0	251.7	251.7	251.7	2.3
август	1.6	0.9	1.6	1.4	250.1	250.1	249.9	10.2	252.5	252.5	252.5	4.1	252.7	252.7	252.7	2.1
сентябрь	11.8	10.6	5.3	11.8	241.8	241.8	241.8	5.7	253.7	253.7	253.7	5.6	249.5	249.5	249.5	1.7
октябрь	5.5	5.5	0.9	5.5	254.7	254.7	254.6	6.3	247.6	247.5	247.5	5.8	248.2	248.0	248.1	8.3
ноябрь	4.7	3.3	3.8	4.4	258.7	258.6	258.6	5.7	251.7	251.6	251.7	6.2	P260. 2	260.1	260.0	12.5
декабрь	9.5	2.2	9.2	9.5	262.9	262.9	262.9	2.4	239.7	239.5	239.7	11.1	244.4	244.2	244.4	9.9

*в таблице обозначены: Z_0 – расстояние между двумя кластерами (наборами) значений; $Z_1=T$ (температура воздуха); $Z_2=H$ (относительная влажность воздуха); $Z_3=P$ (атмосферное давление). Жирным цветом выделены значения соответствующих признаков, отмеченных как значимые.

Таблица 1

Динамика содержания загрязняющих веществ (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе 2010 г.

Месяц	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвешенные частицы	Фенол	Формальдегид	3,4-бенз(а)пирен
Январь	0.035	1.334	0.004	0.089	0.003	0.007	0.0000023
Февраль	0.040	1.391	0.003	0.089	0.003	0.007	0.0000020
Март	0.028	1.142	0.003	0.101	0.002	0.006	0.0000014
Апрель	0.034	0.801	0.002	0.091	0.002	0.005	0.0000024
Май	0.034	0.695	0.002	0.088	0.002	0.005	0.0000015
Июнь	0.034	0.680	0.002	0.077	0.002	0.006	0.0000009
Июль	0.033	0.681	0.002	0.083	0.002	0.006	0.0000010
Август	0.030	0.769	0.003	0.090	0.003	0.006	0.0000012
Сентябрь	0.042	0.596	0.002	0.148	0.002	0.007	0.0000010
Октябрь	0.040	0.492	0.002	0.075	0.002	0.006	0.0000016
Ноябрь	0.045	0.617	0.003	0.099	0.002	0.006	0.0000020
Декабрь	0.053	0.778	0.003	0.101	0.002	0.006	0.0000018

Таблица 2

Динамика содержания загрязняющих веществ (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе 2011 г.

Месяц	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвешенные частицы	Фенол	Формальдегид	3,4-бензпирен
Январь	0.038	1.164	0.002	0.080	0.002	0.007	0.0000017
Февраль	0.048	0.999	0.002	0.082	0.002	0.006	0.0000016
Март	0.052	0.796	0.002	0.109	0.001	0.008	0.0000013
Апрель	0.038	0.826	0.002	0.125	0.001	0.007	0.0000012
Май	0.014	0.794	0.001	0.134	0.002	0.007	0.0000010
Июнь	0.020	0.943	0.002	0.113	0.001	0.006	0.0000008
Июль	0.018	0.921	0.001	0.116	0.001	0.007	0.0000007
Август	0.016	0.872	0.001	0.085	0.002	0.007	0.0000008
Сентябрь	0.014	0.772	0.001	0.159	0.001	0.007	0.0000010
Октябрь	0.016	0.822	0.002	0.111	0.002	0.008	0.0000018
Ноябрь	0.022	0.800	0.002	0.146	0.003	0.008	0.0000017
Декабрь	0.018	0.812	0.003	0.103	0.004	0.007	0.0000020

Таблица 3

Динамика содержания загрязняющих веществ (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе 2012 г.

Месяц	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвешенные частицы	Фенол	Формальд егид	3,4-бензпирен
Январь	0.035	1.334	0.004	0.089	0.003	0.007	0.0000023
Февраль	0.040	1.391	0.003	0.089	0.003	0.007	0.0000020
Март	0.028	1.142	0.003	0.101	0.002	0.006	0.0000014
Апрель	0.034	0.801	0.002	0.091	0.002	0.005	0.0000024
Май	0.034	0.695	0.002	0.088	0.002	0.005	0.0000015
Июнь	0.034	0.680	0.002	0.077	0.002	0.006	0.0000009
Июль	0.033	0.681	0.002	0.083	0.002	0.006	0.0000010
Август	0.030	0.769	0.003	0.090	0.003	0.006	0.0000012
Сентябрь	0.042	0.596	0.002	0.148	0.002	0.007	0.0000010
Октябрь	0.040	0.492	0.002	0.075	0.002	0.006	0.0000016
Ноябрь	0.045	0.617	0.003	0.099	0.002	0.006	0.0000020
Декабрь	0.053	0.778	0.003	0.101	0.002	0.006	0.0000018

Таблица 4

Динамика содержания загрязняющих веществ (усреднённые среднегодовые значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе 2013-2014 гг.

Период	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвешенные частицы	Фенол	Формальд егид	3,4-бензпирен
2013	0.04	0.85	0.002	0.11	0.004	0.099	0.000002
2014	0.03	0.85	0.002	0.11	0.003	0.012	0,000002

Динамика содержания соединений тяжёлых металлов (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе в 2010 г.

Месяц	Хром	Свинец	Марганец	Никель	Цинк	Медь	Железо
Январь	-	-	-	-	-	-	-
Февраль	0.0067	-	-	-	0.0004	0.0100	0.0400
Март	0.0100	-	-	-	0.0004	0.0200	0.1050
Апрель	0.0200	-	0.0100	0.0100	0.0006	0.0400	0.2125
Май	0.0067	-	0.0100	-	0.0004	0.0500	0.1175
Июнь	0.0200	-	0.0100	0.0100	0.0006	0.0900	0.1925
Июль	0.0133	0.0333	0.0100	-	0.0004	0.1350	0.1000
Август	0.0133	-	0.0100	-	0.0004	0.0900	0.0775
Сентябрь	0.0133	-	0.0100	-	0.0004	0.0450	0.0975
Октябрь	0.0067	0.0333	0.0100	-	0.0006	0.0350	0.1025
Ноябрь	0.0067	-	0.0100	-	0.0002	0.0250	0.0250
Декабрь	0.0220	0.0730	0.0600	0.0350	0.0480	0.0008	0.0960

Примечание: Знак «-» означает отсутствие данных.

Таблица 6

Динамика содержания соединений тяжёлых металлов (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе в 2011 г.

Месяц	Хром	Свинец	Марганец	Никель	Цинк	Медь	Железо
Январь	0.00002	0.00001	0.00001	0.00000	0.00003	0.00002	0.00001
Февраль	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Март	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00002	0.00010	0.00019
Апрель	0.00002	0.00001	0.00002	0.00001	0.00003	0.00025	0.00133
Май	0.00002	0.00000	0.00002	0.00000	0.00004	0.00037	0.00098
Июнь	0.00001	0.00000	0.00001	0.00000	0.00002	0.00001	0.00097
Июль	0.00001	0.00000	0.00002	0.00001	0.00002	0.00022	0.00176
Август	-	-	-	-	-	-	-
Сентябрь	0.00001	0.00000	0.00002	0.00000	0.00006	0.00067	0.00079
Октябрь	0.00001	0.00000	0.00001	0.00001	0.00002	0.00016	0.00053
Ноябрь	0.00002	0.00001	0.00001	0.00000	0.00002	0.00005	0.00007
Декабрь	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00003	0.00011	0.00026

Примечание: Отсутствие в ячейке данных (-) означает, что анализ на содержание ЗВ в этот период не проводился.

Таблица 7

Динамика содержания соединений тяжёлых металлов (усреднённые среднемесячные значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе в 2012 г.

Месяц	Хром	Свинец	Марганец	Никель	Цинк	Медь	Железо
Январь	0.000020	0.000010	0.000000	0.000000	0.000030	0.000250	0.000140
Февраль	0.000010	0.000010	0.000010	0.000000	0.000030	0.000040	0.000260
Март	0.000020	0.000010	0.000010	0.000000	0.000030	0.000340	0.000460
Апрель	0.000010	0.000010	0.000010	0.000010	0.000020	0.000290	0.000640
Май	0.000010	0.000000	0.000010	0.000000	0.000020	0.000170	0.000610
Июнь	0.000010	0.000000	0.000010	0.000000	0.000020	0.000130	0.000570
Июль	-	-	-	-	-	-	-
Август	-	-	-	-	-	-	-
Сентябрь	-	-	-	-	-	-	-
Октябрь	-	-	-	-	-	-	-
Ноябрь	-	-	-	-	-	-	-
Декабрь	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: Отсутствие в ячейке данных (-) означает, что анализ на содержание ЗВ в этот период не проводился.

Таблица 8

Динамика содержания соединений тяжёлых металлов (усреднённые среднегодовые значения, мг/дм³) в атмосферном воздухе в 2013-2014 гг.

Период	Хром	Свинец	Марганец	Никель	Цинк	Медь	Железо
2013	0.000015	0.00001	0.000011	0.000010	0.00003	0.00017	0.0005
2014	0.000015	0.00001	0.000011	0.000010	0.00003	0.00017	0.0005

Значения параметров объёмов квазиаттракторов ($V_{ij}, y.e.$) и коэффициент асимметрии фазового пространства ($rX_{ij}, y.e.$) вектора состояния загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Сургута в годовой динамике 2010-2012 гг. в m -мерном фазовом пространстве признаков ($N=7$)

Год / месяц	$V_{ij} \cdot 10^4 (y.e.) / rX_{ij} (y.e.)$		
	2010	2011	2012
январь	0.029 / 0.377	0.678 / 0.726	0.152 / 0.670
февраль	0.064 / 0.247	0.011 / 0.232	2.028 / 1.242
март	0.025 / 0.771	0.618 / 0.759	3.917 / 1.262
апрель	0.011 / 0.278	0.478 / 0.682	0.476 / 0.854
май	0.010 / 0.563	0.014 / 0.817	0.128 / 1.414
июнь	0.001 / 0.291	0.189 / 1.197	0.456 / 0.923
июль	0.010 / 0.488	0.006 / 0.684	3.654 / 0.851
август	0.004 / 0.390	0.016 / 0.893	1.663 / 0.608
сентябрь	0.075 / 1.142	0.047 / 1.351	0.055 / 2.156
октябрь	0.008 / 0.523	0.021 / 0.874	0.025 / 0.915
ноябрь	0.010 / 0.704	0.005 / 0.583	0.013 / 1.124
декабрь	0.046 / 0.944	0.167 / 0.619	0.171 / 1.052
$V_{ср} / rX_{ср}$	0.024 / 0.560	0.188 / 0.785	1.062 / 1.089
$V_{сум}$	0.293 / 6.718	2.250 / 9.417	12.738 / 13.072
Ме (5-й и 95-й процентиль)	0.011 (0.001; 0.075) / 0.505 (0.247; 1.142)	0.034 (0.005; 0.678) / 0.742 (0.232; 1.351)	0.313 (0.013; 3.917) / 0.987 (0.608; 2.156)

Где: V – объем фазового пространства; rX – коэффициент асимметрии фазового пространства; N – количество фазовых переменных ($N=7$) – оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные частицы, фенол, формальдегид, 3,4-бенз(а)пирен.

Значения межкластерных расстояний (Z_0) при сравнении аттракторов комплекса аэрогенных поллютантов при оценке экологического состояния атмосферного воздуха в 2010 году с периодом 2011-2012 гг.

<i>Параметр</i>	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
<i>Период</i>	2011								2012							
январь	1.54	1.53	1.54	1.54	1.53	1.48	0.53	1.53	0.89	0.64	0.87	0.86	0.86	0.83	0.84	0.84
февраль	0.63	0.58	0.61	0.62	0.63	0.56	0.61	0.49	0.91	0.91	0.91	0.89	0.91	0.69	0.74	0.82
март	2.20	2.12	2.12	2.20	2.10	2.19	1.58	1.85	2.92	2.92	2.92	2.92	2.85	2.91	2.84	0.96
апрель	1.56	1.50	1.56	1.56	1.45	1.56	0.73	1.56	1.89	1.89	1.88	1.89	1.82	1.89	1.78	0.86
май	0.95	0.94	0.81	0.95	0.90	0.94	0.78	0.81	2.25	2.25	2.23	2.25	2.22	2.21	0.82	2.18
июнь	0.54	0.54	0.42	0.54	0.50	0.44	0.54	0.54	2.52	2.52	2.52	2.52	2.50	2.48	1.29	2.25
июль	0.79	0.79	0.70	0.79	0.76	0.65	0.69	0.73	2.06	2.06	2.05	2.05	2.03	2.05	1.11	1.79
август	0.84	0.78	0.76	0.83	0.83	0.76	0.70	0.73	3.56	3.55	3.55	3.56	3.55	3.55	0.89	3.46
сентябрь	0.77	0.76	0.31	0.76	0.76	0.75	0.74	0.77	1.38	1.37	1.34	1.38	1.37	1.25	1.22	0.93
октябрь	1.08	1.08	0.88	1.08	1.05	1.06	0.74	1.06	2.64	2.63	2.63	2.64	2.32	2.33	0.91	2.21
ноябрь	1.06	1.06	0.90	1.06	1.02	0.98	0.82	1.02	2.77	2.76	2.73	2.74	2.73	2.77	1.02	2.69
декабрь	1.24	1.19	0.90	1.24	1.24	0.99	1.21	1.23	2.62	2.62	2.61	2.61	2.62	2.60	2.63	0.96

В таблице обозначены: Z_0 – расстояние между двумя кластерами (наборами) значений; Z_1 = оксид азота; Z_2 = диоксид азота; Z_3 = оксид углерода; Z_4 = взвешенные частицы; Z_5 = фенол; Z_6 = формальдегид; Z_7 =3,4-бенз(а)пирен. Жирным цветом выделены значения соответствующих признаков, отмеченных как значимые.

Структура случаев экстренных госпитализаций населения по заболеваниям системы кровообращения
(нозологрии I00-I99 по МКБ-10) в зависимости от пола в динамике 2010-2014 гг.

Месяц года	2010	2011	2012	2013	2014	Σ	2010	2011	2012	2013	2014	Σ
	Мужчины						Женщины					
	Количество госпитализаций (N), случаи											
Январь	5	3	24	32	26	90	6	4	26	22	20	78
Февраль	9	12	19	22	23	85	10	9	18	19	16	72
Март	3	16	15	18	23	75	5	20	18	21	30	94
Апрель	4	17	14	22	25	82	4	16	18	12	21	71
Май	3	4	20	15	23	65	2	12	26	22	23	85
Июнь	0	1	9	14	20	44	0	1	11	10	16	38
Июль	0	1	22	24	29	76	0	1	13	11	21	46
Август	0	0	17	26	26	69	0	0	16	16	34	67
Сентябрь	3	8	17	21	31	80	1	9	18	19	29	76
Октябрь	6	15	27	24	18	90	6	14	19	17	26	79
Ноябрь	2	4	17	19	23	65	2	4	23	13	13	55
Декабрь	0	1	10	8	8	27	0	1	14	13	17	44
Σ	35	82	211	245	275	848	36	91	220	195	266	808

Структура случаев экстренных госпитализаций у пациентов с учётом поло-возрастного дебюта в процентах от общего количества случаев экстренных госпитализаций в динамике 2010-2014 гг.

Параметр	Возраст пациентов, лет													
	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
ГОД	Мужчины													
2014	3	3	3	6	9	10	19	21	13	8	3	2	0	0
2013	2	4	4	7	7	13	20	18	14	5	4	2	0	1
2012	2	4	4	6	10	12	22	18	14	1	3	1	0	0
2011	2	4	4	7	7	13	20	18	14	5	4	2	0	1
2010	0	3	3	9	6	26	26	14	6	0	9	0	0	0
∑	2	3	4	6	8	12	20	18	14	5	4	2	0	0
	Женщины													
2014	0	3	2	6	7	9	15	20	17	7	5	6	3	1
2013	0	1	4	8	9	11	18	9	13	7	6	9	2	1
2012	1	1	6	7	8	12	15	18	13	5	5	5	1	0
2011	1	2	3	5	16	7	23	14	13	6	7	2	1	1
2010	3	3	0	11	14	14	28	14	8	3	0	3	0	0
∑	1	2	4	7	9	10	17	16	14	6	5	6	2	1
	Общее количество													
2014	1	3	2	6	8	10	17	20	15	7	4	4	1	0
2013	1	3	4	7	8	12	19	14	14	6	5	5	1	1
2012	2	3	5	6	9	12	18	18	13	3	4	3	1	0
2011	2	3	4	6	9	11	20	17	14	5	5	2	1	1
2010	1	3	1	10	10	20	27	14	7	1	4	1	0	0
∑	1	3	4	7	9	11	19	17	14	5	4	4	1	1

Структура заболеваемости взрослого населения по климаточувствительным заболеваниям в зависимости от частоты (N) случаев обращений жителей в динамике 2010 г., г. Сургут

Месяц года	Код заболевания по МКБ - 10								
	I10–I15	I20–I25	I60–I69	I44–I50	E10–E14	J00-J22	J30	J40-J44	J45
	Количество обращений (N), случаи								
Январь	1922	509	854	184	678	2915	176	241	187
Февраль	2265	549	655	140	1269	5302	499	188	334
Март	2915	708	810	145	1684	4609	298	179	360
Апрель	2909	596	931	133	1454	4585	502	187	320
Май	1910	443	727	112	1291	2830	303	156	193
Июнь	1777	457	537	110	1242	2417	371	92	174
Июль	1622	322	442	85	1171	1586	286	124	184
Август	1587	308	387	103	1037	1473	259	114	173
Сентябрь	1859	597	622	132	1203	3684	222	125	185
Октябрь	2659	602	1018	203	1391	3166	341	96	282
Ноябрь	2988	602	1040	158	1412	3016	492	109	295
Декабрь	2602	696	1035	203	1435	3469	688	152	246
$\bar{N} \pm \sigma$	2251 \pm 303	532 \pm 73	755 \pm 130	142 \pm 22	1272 \pm 141	3254 \pm 1170	370 \pm 148	147 \pm 45	244 \pm 70

*Примечание. МКБ-10 – международная классификация болезней; I10-I15 – болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением; I20-I25 – ишемическая болезнь сердца; I60-I69 – цереброваскулярные болезни; I44-I50 – нарушения проводимости и сердечного ритма; E10-E14 – болезни эндокринной системы (сахарный диабет); J00-J22 – острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей, J30 – вазомоторный и аллергический ринит, J40-J44 – хронические болезни нижних дыхательных путей, J45 – астма.

Возрастная структура заболеваемости взрослого населения по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям
(количество случаев обращений) в 2010 г.

Месяц года	Код заболевания по МКБ - 10																							
	J00-J22						J30						J40-J44						J45					
	Возраст пациентов, лет																							
	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90
Январь	573	1430	782	113	17	0	21	122	27	5	1	0	12	58	104	59	8	0	14	53	93	24	3	0
Февраль	1252	2289	1442	278	41	0	74	313	101	9	2	0	6	23	99	54	6	0	35	81	153	54	11	0
Март	1156	2083	1200	144	26	0	63	140	78	14	3	0	11	19	93	48	8	0	40	83	166	57	14	0
Апрель	1148	2057	1198	154	28	0	115	243	120	20	4	0	12	27	98	41	9	0	35	79	150	47	9	0
Май	744	1246	677	124	39	0	61	145	78	16	3	0	7	31	79	26	13	0	14	51	79	43	6	0
Июнь	598	1184	493	129	13	0	76	153	106	33	3	0	13	23	34	17	5	0	17	40	71	35	11	0
Июль	367	742	407	66	4	0	65	144	63	14	0	0	14	23	65	13	9	0	14	42	72	47	9	0
Август	388	673	362	43	7	0	59	128	60	11	1	0	12	21	61	12	8	0	13	39	69	44	8	0
Сентябрь	829	1923	794	114	24	0	31	131	40	15	5	0	7	27	59	23	9	0	18	30	72	55	10	0
Октябрь	749	1545	717	142	12	1	70	178	65	26	2	0	1	17	41	28	9	0	47	56	112	57	10	0
Ноябрь	631	1427	797	146	15	0	81	257	112	38	4	0	3	27	51	22	6	0	23	64	133	64	11	0
Декабрь	704	1722	876	150	17	0	96	322	208	56	6	0	2	35	69	38	8	0	32	51	92	61	10	0
Σ	9139	18321	9745	1603	243	1	812	2276	1058	257	34	0	100	331	853	381	98	0	302	669	1262	588	112	0

*Примечание. МКБ-10 – международная классификация болезней; J00-J22 – острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей, J30 – вазомоторный и аллергический ринит, J40-J44 - хронические болезни нижних дыхательных путей, J45 – астма.

Возрастная структура заболеваемости взрослого населения по климаточувствительным и экологозависимым заболеваниям
количество случаев обращений в 2010 г.

Месяц года	Код заболевания по МКБ - 10																													
	I10- I15						I20- I25						I44- I50						I60- I69						E10-E14					
	Возраст пациентов, лет																													
	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	от 90	до 25	от 25 до 44	от 44 до 60	от 60 до 75	от 75 до 90	
Январь	23	201	986	533	172	7	0	26	229	189	64	1	18	44	68	48	6	0	15	89	396	280	71	3	5	57	308	273	34	1
Февраль	28	225	1138	703	170	1	0	23	248	203	72	3	15	36	53	31	5	0	10	71	285	218	71	0	7	87	588	514	73	0
Март	26	268	1446	898	268	9	0	15	310	303	78	2	6	28	59	46	6	0	15	136	372	226	61	0	19	131	786	632	112	4
Апрель	26	263	1453	896	269	2	0	23	280	230	58	5	12	20	55	40	6	0	26	152	434	243	75	1	21	93	701	561	77	1
Май	36	188	894	612	179	1	0	24	198	168	49	4	6	26	52	22	6	0	6	86	383	201	51	0	7	114	586	507	77	0
Июнь	32	190	848	530	176	1	1	41	209	153	51	2	5	19	51	27	8	0	13	94	229	148	51	2	19	83	541	490	109	0
Июль	28	191	752	507	143	1	1	30	147	98	43	3	2	18	36	28	1	0	11	61	178	143	47	2	14	82	520	466	87	2
Август	26	187	741	495	136	2	1	27	141	95	43	1	4	23	43	30	3	0	10	53	158	129	37	0	12	75	482	403	64	1
Сентябрь	27	243	844	541	202	2	0	31	307	195	54	10	8	20	63	39	1	1	6	105	302	168	36	5	16	110	502	483	91	1
Октябрь	29	294	1180	901	247	8	0	32	296	214	60	0	15	39	97	48	4	0	25	170	476	262	81	4	19	112	651	543	64	2
Ноябрь	36	299	1462	964	222	5	0	29	288	235	50	0	12	26	85	33	2	0	19	157	494	291	77	2	20	117	667	553	53	2
Декабрь	41	240	1094	984	240	3	0	33	341	239	77	6	16	37	98	47	5	0	14	95	514	305	101	6	16	117	662	551	87	2
Σ	358	2789	2838	8564	2424	42	3	362	3244	2516	757	40	119	336	760	439	53	1	170	1269	4221	2614	759	25	175	1178	6994	5976	928	16

*Примечание. МКБ-10 – международная классификация болезней; I10-I15 – болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением; I20-I25 – ишемическая болезнь сердца; I60-I69 – цереброваскулярные болезни; I44-I50 – нарушения проводимости и сердечного ритма; E10-E14 – болезни эндокринной системы (сахарный диабет).

Таблица 6

Совместная матрица корреляционных коэффициентов зависимости показателей заболеваемости населения по климаточувствительным болезням (по данным обращений жителей) с погодно-климатическими факторами условий окружающей среды и степенью загрязнённости атмосферного воздуха в условиях г Сургута в период 2010-2014 гг.

*Код нозологий ЗБ	г (коэффициент) р (уровень)	ΔТ, С	ΔР, мбар	ΔН, %	Vх (метео), у.е.	Qг, Вт	КИЗА, у.е.	Оксид азота	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвеш. ч-цы	Фенол	Формаль- дегид	3,4- бенз(а)п ирен	Vх (ЗБ), у.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I10-I15	г р	0.43 0.159	0.30 0.342	-0.23 0.471	0.01 0.983	0.64 0.026	0.54 0.071	0.12 0.713	0.38 0.226	0.13 0.681	0.40 0.199	0.34 0.276	-0.41 0.191	-0.10 0.746	0.66 0.020	0.26 0.413
I20-I25	г р	0.30 0.347	0.31 0.324	-0.15 0.632	-0.16 0.617	0.54 0.067	0.40 0.203	0.08 0.803	0.50 0.094	-0.03 0.931	0.24 0.449	0.53 0.079	-0.50 0.100	0.10 0.753	0.31 0.319	0.44 0.155
I44-I50	г р	0.46 0.137	-0.01 0.983	-0.44 0.147	-0.57 0.053	0.78 0.003	0.64 0.024	0.22 0.491	0.64 0.025	0.12 0.721	0.56 0.060	0.21 0.505	-0.20 0.534	0.11 0.745	0.63 0.028	0.37 0.236
I60-I69	г р	0.47 0.124	0.08 0.812	-0.33 0.297	-0.34 0.286	0.67 0.017	0.57 0.049	0.10 0.746	0.64 0.026	-0.01 0.983	0.47 0.124	0.24 0.457	-0.50 0.101	-0.10 0.762	0.71 0.009	0.23 0.481
Σ I	г р	0.49 0.049	0.35 0.050	-0.27 0.404	0.00 1.000	0.66 0.02	0.58 0.048	0.19 0.557	0.44 0.152	0.15 0.633	0.41 0.191	0.46 0.131	-0.45 0.145	-0.02 0.948	0.64 0.025	0.36 0.252
E10-E14	г р	0.19 0.557	0.55 0.063	0.01 0.983	0.27 0.404	0.33 0.295	0.13 0.697	0.06 0.863	0.16 0.618	0.06 0.846	0.03 0.914	0.33 0.297	-0.64 0.026	-0.42 0.175	0.33 0.295	0.12 0.711
Σ I+E	г р	0.36 0.245	0.43 0.167	-0.15 0.649	0.11 0.729	0.59 0.045	0.43 0.167	0.13 0.681	0.33 0.297	0.13 0.681	0.27 0.391	0.45 0.145	-0.55 0.067	-0.16 0.618	0.54 0.072	0.32 0.304
J00-J22	г р	0.27 0.391	0.56 0.059	-0.11 0.729	0.16 0.618	0.62 0.030	0.60 0.039	0.25 0.430	0.34 0.276	0.36 0.245	0.06 0.863	0.48 0.118	-0.18 0.572	0.18 0.572	0.46 0.133	0.72 0.009

Продолжение Таблицы 6

*Код нозологий ЗБ	r (коэффициент) p (уровень)	ΔT, C	ΔP, мбар	ΔH, %	Vх (метео), у.е.	Qг, Вт	КИЗА, у.е.	Оксид азота	Диоксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	Взвеш. ч-цы	Фенол	Формаль- дегид	3,4- бенз(а)п ирен	Vх (ЗБ), у.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
J30	r P	0.32 0.308	0.54 0.071	-0.25 0.430	0.09 0.779	0.31 0.323	0.20 0.527	0.21 0.513	0.41 0.183	0.11 0.729	-0.02 0.948	-0.02 0.948	-0.46 0.131	-0.26 0.417	0.40 0.193	0.02 0.948
J40-J45	r P	0.59 0.045	0.33 0.297	-0.43 0.167	0.14 0.665	0.83 0.001	0.73 0.007	0.48 0.118	0.14 0.665	0.64 0.026	0.48 0.112	0.38 0.217	0.00 1.000	0.05 0.880	0.75 0.005	0.58 0.049
J40-J44	r P	0.52 0.085	0.24 0.443	-0.34 0.276	0.22 0.499	0.71 0.010	0.64 0.026	0.59 0.042	-0.08 0.812	0.85 0.001	0.31 0.331	0.33 0.297	0.22 0.499	0.09 0.779	0.60 0.039	0.71 0.009
J45	r P	0.38 0.217	0.40 0.199	-0.27 0.404	0.20 0.542	0.68 0.015	0.54 0.071	0.25 0.430	0.20 0.542	0.38 0.217	0.27 0.391	0.29 0.366	-0.21 0.513	-0.07 0.829	0.63 0.029	0.43 0.163
Σ J	r P	0.39 0.048	0.60 0.039	-0.20 0.527	0.17 0.602	0.68 0.016	0.66 0.018	0.34 0.276	0.41 0.191	0.41 0.183	0.12 0.713	0.50 0.101	-0.25 0.430	0.15 0.649	0.56 0.056	0.71 0.009
Σ I+ J	r P	0.42 0.175	0.58 0.048	-0.20 0.527	0.19 0.557	0.67 0.016	0.62 0.031	0.30 0.342	0.34 0.276	0.38 0.226	0.20 0.527	0.46 0.131	-0.31 0.319	-0.04 0.897	0.63 0.028	0.55 0.064
vX ЗБ (J)	r P	0.28 0.379	0.77 0.003	0.10 0.762	0.48 0.118	0.51 0.091	0.33 0.297	0.22 0.499	0.03 0.931	0.52 0.085	-0.18 0.572	0.35 0.265	-0.22 0.499	0.03 0.914	0.29 0.364	0.61 0.037
vX ЗБ (I)	r P	0.40 0.199	0.38 0.217	-0.17 0.587	0.10 0.762	0.65 0.023	0.52 0.085	0.14 0.665	0.27 0.391	0.22 0.484	0.34 0.286	0.35 0.265	-0.36 0.255	-0.19 0.557	0.64 0.024	0.30 0.351
vX ЗБ (J+I)	r P	0.37 0.230	0.33 0.296	-0.18 0.586	0.05 0.888	0.61 0.037	0.49 0.103	0.08 0.803	0.37 0.230	0.09 0.770	0.33 0.291	0.32 0.313	-0.47 0.121	-0.18 0.586	0.65 0.023	0.23 0.473

Примечание: Выделенные корреляции статистически значимы на уровне $p < 0,05$.

Характеристика взаимосвязей случаев обращений населения г. Сургута с заболеваниями системы кровообращения на фоне межсуточной амплитуды метеопараметров по числу корреляционных коэффициентов

Градации силы корреляционной связи	Пол	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня	Лаг -1 день	Лаг -2 дня	Лаг -3 дня
ΔT								
>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	3	0
	Муж.	0	0	0	1	0	3	0
0,3<r>0,5	Жен.	1	1	2	8	1	9	6
	Муж.	2	1	1	8	1	10	3
0,1<r>0,3	Жен.	8	10	12	16	17	16	11
	Муж.	13	9	13	12	12	10	18
r<0,1	Жен.	49	47	44	34	40	30	41
	Муж.	42	47	43	36	44	33	35
ΔH								
>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,3<r>0,5	Жен.	0	4	9	3	5	3	2
	Муж.	1	4	5	2	4	6	0
0,1<r>0,3	Жен.	20	16	18	20	13	7	10
	Муж.	13	15	13	15	15	5	9
r<0,1	Жен.	38	40	33	37	40	48	46
	Муж.	43	41	42	43	38	45	47
ΔP								
>0,7	Жен.	3	0	0	0	0	0	0
	Муж.	3	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	1
	Муж.	1	1	0	0	0	0	1
0,3<r>0,5	Жен.	2	3	4	6	4	2	10
	Муж.	7	6	0	3	3	5	6
0,1<r>0,3	Жен.	10	11	8	11	19	19	13
	Муж.	14	12	18	9	17	18	17
r<0,1	Жен.	43	46	48	43	35	37	34
	Муж.	32	41	42	48	37	33	32

Характеристика взаимосвязей случаев обращений населения г. Сургута с заболеваниями системы органов дыхания на фоне межсуточной амплитуды метеопараметров по числу корреляционных коэффициентов

Градации силы корреляционной связи	Пол	Без лага	Лаг 1 день	Лаг 2 дня	Лаг 3 дня	Лаг -1 день	Лаг -2 дня	Лаг -3 дня
<i>ΔT, C°</i>								
>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	1	0
0,3<r>0,5	Жен.	0	0	1	2	0	2	0
	Муж.	0	0	1	2	0	1	0
0,1<r>0,3	Жен.	1	2	2	1	2	3	3
	Муж.	2	2	3	1	2	3	3
r<0,1	Жен.	9	8	7	7	8	5	7
	Муж.	8	8	6	7	8	5	7
<i>ΔH, %</i>								
>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,3<r>0,5	Жен.	0	1	0	0	1	1	1
	Муж.	0	1	1	0	1	1	0
0,1<r>0,3	Жен.	2	3	3	3	3	1	0
	Муж.	2	3	2	2	4	1	1
r<0,1	Жен.	8	6	7	7	6	8	9
	Муж.	8	6	7	8	5	8	9
<i>ΔP, мбар</i>								
>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,5<r>0,7	Жен.	0	0	0	0	0	0	0
	Муж.	0	0	0	0	0	0	0
0,3<r>0,5	Жен.	0	1	1	0	0	0	2
	Муж.	1	0	0	1	0	0	2
0,1<r>0,3	Жен.	4	1	4	4	2	3	2
	Муж.	2	2	3	2	3	3	2
r<0,1	Жен.	6	8	5	6	8	7	6
	Муж.	7	8	7	7	7	7	6

Значения параметров объёмов квазиаттракторов ($V_{ij}, y.e.$) случаев обращений по поводу климаточувствительных заболеваний населения г. Сургута в годовой динамике 2010 г. в m -мерном фазовом пространстве признаков

Год / месяц	$V_{ij} \cdot 10^4$ (y.e.)		
	J00-J45	I10-I69	J+I
январь	1.22	1.12	1.75
февраль	2.88	1.43	2.13
март	2.73	1.96	2.78
апрель	2.46	1.94	2.78
май	1.77	1.08	1.8
июнь	1.31	0.94	1.69
июль	0.65	0.86	1.54
август	0.62	0.78	1.48
сентябрь	1.65	1.06	1.73
октябрь	1.14	1.64	2.56
ноябрь	1.16	1.77	2.88
декабрь	1.46	1.57	2.45
V_{cp}	1.59	1.35	2.13
$V_{сум}$	19.05	16.15	25.57