

На правах рукописи

Яковлев Максим Юрьевич

Моделирование метеопатических реакций организма и обоснование их
восстановительной коррекции при распространенных болезнях системы
кровообращения

14.03.11 - Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная
физкультура, курортология и физиотерапия
14.02.01 – Гигиена

Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора
медицинских наук

Москва – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации

Научные консультанты:

Заместитель генерального директора по научной работе ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор **Бобровницкий Игорь Петрович**

Главный научный сотрудник ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор **Рахманин Юрий Анатольевич**

Официальные оппоненты:

Заместитель генерального директора по научной работе – руководитель Пятигорского научно-исследовательского института курортологии ФФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» ФМБА России, доктор медицинских наук, профессор **Ефименко Наталья Викторовна**

Главный научный сотрудник Центра биомедицинских технологий ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», академик РАН, доктор медицинских наук, профессор **Ушаков Игорь Борисович**

Руководитель отдела гигиены труда ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор **Капцов Валерий Александрович**

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «24» июня 2021 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.060.02 на базе ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России по адресу: 121099, г. Москва, ул. Новый Арбат, 32

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России по адресу: 121069 г. Москва, ул. Борисоглебский пер., д.9 стр.1 и на сайте <http://www.nmicrk.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2021 года

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент

Стяжкина Елена Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Среди приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации важное место занимает противодействие большим вызовам, в том числе возрастающим антропогенным нагрузкам на окружающую среду, представляющим угрозу жизни и здоровью граждан.

Разработка информационных систем прогнозирования и немедикаментозной профилактики метеозависимых заболеваний в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы) соответствует основным задачам развития медицинских наук, решение которых откроет принципиально новые возможности для получения ожидаемых прорывных результатов. При этом гигиенические аспекты управления рисками развития экологически обусловленных, в т.ч. метеозависимых заболеваний связаны с оценкой и ограничением влияния неблагоприятных погодных факторов на здоровье населения (Рахманин Ю.А., 2016). Профилактика метеопатических реакций неотъемлемо ассоциируется с применением немедикаментозных технологий восстановительной медицины (Разумов А.Н., 2016).

По данным ВОЗ климатические изменения в настоящее время признаны в качестве совокупной причины более 150 тысяч преждевременных смертей в мире, при этом экономический ущерб от дополнительной смертности в результате климатических изменений в мире колеблется от 46 до 88 млрд. долларов в год (Израэль Ю.А., 2007; Григорьев А.И., 2014; Edenhofer O., 2014; Ревич Б.А., 2016). Погодные аномалии являются причиной многих неблагоприятных последствий для жизни и здоровья человека (Капцов В.А., 2016; Лобанов А.А., 2019). Считается, что реакции, обусловленные негативным влиянием метеорологических и гелиогеофизических факторов, проявляются в ухудшении самочувствия и в увеличении так называемых медико-биологических рисков, которые способствуют снижению качества жизни и росту показателей заболеваемости и смертности лиц с болезнями системы кровообращения (Levi D., 2015; Быков А.Т., 2016; Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., 2020).

Вместе с тем, в научной литературе сведения по влиянию метеорологических и гелиогеофизических факторов на заболеваемость и смертность населения в целом носят крайне противоречивый характер (Карпин В.А., 2006; Владимирский Б.В., 2017), что, видимо, объясняет отсутствие разработанных математических моделей, отражающих общие закономерности влияния погодных условий на здоровье человека.

Среди немедикаментозных средств и способов профилактики метеопатических реакций наиболее приемлемыми могут считаться тренировки по воздействию стрессорных факторов (Бобровницкий И.П., Кульчицкая Д.Б., Петрова Т.В., 2007), а также технологии, основанные на стресс-протекторном эффекте (Жерлицина Л.И., 2012; Поважная Е.Л., 2014; Ефименко Н.В., 2016, Разумов А.Н., 2019, Лобанов А.А., 2020). Условием эффективного адресного применения корригирующих оздоровительных технологий и методов восстановительной медицины является предварительная оценка функциональных и адаптивных резервов организма, которые могут быть снижены, в том числе и при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды (Ушаков И.Б., 2013, 2015; Пономаренко В.А., 2016; Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., 2017; Разумов А.Н., 2018).

Вместе с тем, показания и предикторы эффективности применения немедикаментозных технологий восстановительной медицины при метеопатиях у пациентов с болезнями системы кровообращения не могут считаться в достаточной степени изученными.

Степень разработанности темы

Еще в первой половине XX века при анализе зависимости случаев летальности при болезнях системы кровообращения от изменения метеорологических факторов было определено, что особенно мощное влияние на смертность могут оказывать колебания температуры воздуха и значительные перепады атмосферного давления (Lindhart I., 1913; Bartel J., 1925; Разумов Н.П., 1925; Мезерницкий П.Г., 1931, 1935).

Позднее было выявлено, что дезадаптационный метеоневроз в кардиологической практике может сопровождаться проявлением различных жалоб (головные боли, головокружения, кардиалгии), а также нарушением кровообращения спастического характера (гипертонический криз, стенокардия)

(Данишевский Г.М., 1961, 1969; Лауцевичус Л.З., 1971; Гневышев М.Н., 1971; Козырь Л.Г., 1974; Григорьев К.И., 1982). В 60-70 годы определены интегральные индексы, учитывающие различные характеристики погоды, одним из которых является индекс патогенности погоды (Латышев Г.Д., Бокша В.Г., 1965).

В последующий период изучению метеочувствительности у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями посвящалось значительное число работ отечественных и зарубежных авторов (Овчарова В.Ф., 1990; Давыдова О.Б. и соавт. 1995; Вилорези Дж., 1995; Laschewski, G., 2002; Ревич Б.А., 2007, 2010; Уянаева А.И. 2012, 2015; Поважная Е.А., 2012; Водолажская М.Г., Водолажский Г.И. 2015; Rubio G, Lopez-Munoz F. 2015; Ефименко Н.В., 2016 и др.).

Кроме этого, ФГБУ Пятигорский государственный НИИ курортологии (ПГНИИК) ФМБА России совместно с ФГБУН «Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова» РАН и Гидрометцентром России был предложен интегральный индекс патогенности погоды и разработаны соответствующие классификаторы «медицинских типов» погоды: благоприятная погода, относительно благоприятная погода, неблагоприятная погода и крайне неблагоприятная погода (Поволоцкая Н.П., Ефименко Н.В., Гранберг И.Г., 2010). Были открыты кабинеты метеопрофилактики в ФГБУ «ПГНИИК» ФМБА России, г. Пятигорск (Ефименко Н.В.) и в ФГУ «Центральный клинический санаторий им. Ф. Э. Дзержинского» ФСБ РФ г. Сочи (Быков А.Т.).

Вместе с тем, следует отметить, что в широкую практику здравоохранения результаты всех перечисленных и неупомянутых научных исследований в рассматриваемой области знаний так и не были внедрены, из-за чего до настоящего времени большая часть проблем диагностики и профилактики метеопатических реакций у пациентов с распространенными болезнями системы кровообращения в медицинской практике остается нерешенной. Основными предпосылками к тому является на наш взгляд ряд причин. В развитии метеопатических реакций недостаточно оценивалось и не учитывалось комплексное и совокупное влияние погодных факторов в различные сезоны года и в различных климатогеографических зонах. Не разрабатывались и не учитывались математические модели развития метеопатических реакций организма, а также технологии их персонализированной превентивной и восстановительной коррекции, в частности, при распространенных

болезнях системы кровообращения. Не получили должной оценки метеопатические реакции, обусловленные влиянием измененного электрического поля в атмосфере. Не были обоснованы конкретные предложения по организации санаторно-курортного лечения метеочувствительных пациентов и их диспансерно-динамического наблюдения по месту жительства.

Все вышеперечисленное определило цель и задачи настоящей работы.

Цель исследования: Разработка модели развития метеопатических реакций организма под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов у лиц с распространенными болезнями системы кровообращения, а также определение алгоритмов и предикторов эффективности применения комплексных программ их коррекции с использованием немедикаментозных технологий восстановительной медицины.

Задачи исследования:

1. Определить различие уровня функциональных и адаптивных резервов организма, и рисков развития хронических неинфекционных заболеваний у практически здоровых метеочувствительных и метеорезистентных лиц.

2. Выявить закономерности развития изменений функционального состояния организма и проявлений метеопатических реакций под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов у пациентов с болезнями системы кровообращения в условиях динамического наблюдения в период их санаторно-курортного лечения.

3. Определить риски развития осложнений распространенных неинфекционных заболеваний у метеочувствительных лиц с болезнями системы кровообращения.

4. Исследовать зависимость развития метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения в процессе динамического наблюдения при санаторно-курортном лечении с учетом особенностей функционального состояния организма и отклонений параметров метеорологических и гелиогеофизических факторов от климатической нормы.

5. Разработать математическую модель развития метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения.

6. Определить наиболее эффективные технологии восстановительной медицины, направленные на снижение проявлений метеопатических реакций, включая погодообусловленные обострения болезней системы кровообращения.

7. Исследовать предикторную значимость показателей функционального состояния у метеочувствительных пациентов с болезнями системы кровообращения в прогнозе эффективности применения технологий восстановительной медицины, направленных на снижение выраженности метеопатических реакций.

8. Рассчитать и верифицировать дискриминантные функции, позволяющие прогнозировать эффективность применения изученного комплекса технологий для восстановительной коррекции метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения.

Научная новизна

Доказана взаимосвязь между степенью выраженности метеопатических реакций и низким уровнем функциональных и адаптивных резервов организма, который проявлялся напряжением регуляторных систем, сопряженным с нарушением показателей variability сердечного ритма, психофизиологического статуса, а также выраженностью жалоб на плохое самочувствие.

Научно обоснована и разработана математическая модель развития метеопатических реакций организма под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов у пациентов с болезнями системы кровообращения.

Показано, что динамическую оценку влияния метеофакторов на организм человека целесообразно проводить в ежедневном режиме мониторинга атмосферного давления, температуры окружающей среды, влажности воздуха, изменения электрической активности атмосферы и геомагнитной активности, а также диспансерного наблюдения с оценкой выраженности жалоб на ухудшение самочувствия (тест «САН»), головную боль, боль в области сердца и суставов, одышку, а также с учетом анализа гемодинамических характеристик кровотока, variability сердечного ритма и уровня насыщения крови кислородом.

Определен интегральный показатель вероятности развития метеопатических реакций для лиц с болезнями системы кровообращения, проживающих в

Московском регионе, который представляет собой сумму интегральных показателей нормированных значений рисков возникновения метеопатических реакций при действии следующих метеофакторов: температура и влажность воздуха окружающей среды, атмосферное давление, изменения параметров электрического поля атмосферы и геомагнитной активности.

Определены 4 уровня оценки выраженности метеопатических реакций организма для людей, проживающих в Московском регионе: 7,5-10 баллов: возможности возникновения метеопатических реакций нет или она минимальна; 5-7,49 баллов: средняя степень возникновения метеопатических реакций; 2,5-4,99 баллов: высокая степень возникновения метеопатических реакций; 0,01-2,49 баллов: очень высокая степень возникновения метеопатических реакций.

Доказана эффективность применения технологий восстановительной медицины, направленных на неспецифическое повышение адаптивных возможностей организма и состоящих из комплекса: индивидуальных дозированных физических нагрузок, дыхательной гимнастики и контрастной гидротерапии, основной целью применения которого является снижение выраженности метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения, что может быть использовано в санаторно-курортных организациях, а также в первичном звене здравоохранения.

Сформированы решающие правила эффективности применения технологий восстановительной медицины для коррекции метеопатических реакций и получены соответствующие дискриминантные функции, включающие в себя значения показателя активности регуляторных систем (ПАРС) и систолического артериального давления (АД сист.) (точность составила 83,3%):

$$F1 = 0,768 * \text{ПАРС} - 0,032 * \text{АД сист.} - 8,845,$$

$$F2 = -0,379 * \text{ПАРС} + 0,091 * \text{АД сист.} - 9,796.$$

Определены предикторы эффективности применения комплексных оздоровительных программ, направленных на коррекцию развития метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения, которые выразались в совокупности показателей систолического артериального давления и показателей активности регуляторных систем (по данным оценки variability сердечного ритма). При этом благоприятный прогноз эффективности применения комплексных

программ восстановительной коррекции определялся при значениях показателя активности регуляторных систем (ПАРС) от 3 до 5 у.е. и систолического артериального давления (АД сист.) от 132 до 141 мм.рт.ст.; средняя степень эффективности применения комплексной программы прогнозируется при значениях ПАРС от 6 до 7 у.е. и АД сист. от 142 до 149 мм.рт.ст. Отсутствие значимого эффекта прогнозируется при ПАРС от 8 до 9 у.е. и АД сист. от 150 до 168 мм.рт.ст.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования заключается в моделировании и восстановительной коррекции метеопатических реакций организма, развивающихся в результате воздействия метеорологических (температура окружающей среды, атмосферное давление и влажность воздуха) и гелиогеофизических (электрическая активность атмосферы и геомагнитный фон) факторов. Определено, что основные метеопатические реакции организма, заключающиеся в развитии артериальной гипо- и гипертензии, снижении показателей оценки самочувствия и приступах головной боли, чаще развиваются у лиц, имеющих низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма и повышенные факторы риска развития распространённых болезней системы кровообращения: повышенное артериальное давление, повышенный уровень общего холестерина в плазме крови, высокие значения индекса массы тела, наличие признаков невротизации личности, а также изменение показателей variability сердечного ритма (индекс напряжения регуляторных систем, среднее квадратичное отклонение, ПАРС) и интегрального показателя функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Практическая значимость работы

Создана математическая модель развития метеопатических реакций организма, возникающих в результате неблагоприятного влияния метеорологических (атмосферное давление, температура окружающей среды и влажность воздуха) и гелиогеофизических (магнитные бури и электрическая активность атмосферы) факторов у пациентов с болезнями системы кровообращения.

Разработаны и апробированы анкета и дневник динамического наблюдения, позволяющие оценить виды и выраженность метеопатических реакций у пациентов в условиях санаторно-курортной организации.

Разработана комплексная программа восстановительной коррекции метеопатических реакций организма, состоящая из индивидуальных дозированных физических нагрузок, дыхательной гимнастики и процедур контрастной гидротерапии, применяемая как на фоне базового санаторно-курортного лечения у пациентов с болезнями системы кровообращения, так и в повседневных условиях.

Методология и методы исследования

Работа представляет собой исследование, выполненное с учётом этических норм, в котором приняли участие метеочувствительные пациенты с болезнями системы кровообращения (ИБС и ГБ) и практически здоровые метеочувствительные и метеорезистентные лица. Изучались метеопатические реакции организма, функциональные и адаптивные резервы организма и риски развития хронических неинфекционных заболеваний. Проводился анализ метеорологических и гелиогеофизических факторов. Для оценки функциональных и адаптивных резервов организма использовались методики, применяемые в Центрах здоровья. Для подтверждения достоверности результатов использованы методы математической статистики.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Характер и выраженность метеопатических реакций у практически здоровых лиц зависят от индивидуальных особенностей функционального состояния организма, характеризующихся уровнем функциональных и адаптивных резервов организма и наличием рисков развития хронических неинфекционных заболеваний и их обострений.

2. Метеопатические реакции организма, проявляющиеся в развитии артериальной гипо- и гипертензии, снижении показателей оценки самочувствия, приступах головной боли, чаще развиваются у лиц, имеющих низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма и повышенные факторы риска развития распространённых болезней системы кровообращения: повышенное артериальное давление, повышенный уровень общего холестерина, высокие значения индекса массы тела, наличие признаков невротизации личности, а также изменение показателей вариабельности сердечного ритма (индекс напряжения регуляторных систем, ПАРС) и интегрального показателя функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

3. В качестве основных биотропных погодных условий следует рассматривать в приоритетном порядке: перепады атмосферного давления и температуры окружающей среды, повышенную геомагнитную активность и напряженность электрического поля атмосферы, а также изменения влажности воздуха. Разработанная математическая модель прогноза развития метеопатических реакций организма у лиц с болезнями системы кровообращения позволяет определить интегральный показатель вероятности развития метеопатических реакций, проявляющихся в виде обострения клинических проявлений имеющегося заболевания у пациентов, проживающих в Московском регионе, ранжируемый в единой четырехуровневой десятибалльной шкале. Информативность разработанной модели: специфичность – 71,5%, чувствительность – 88,6%, прогностичность положительного результата – 75,8%, прогностичность отрицательного результата – 85,8%.

4. Комплексные программы, состоящие из индивидуальных дозированных физических нагрузок, дыхательной гимнастики и процедур контрастной гидротерапии на фоне базового санаторно-курортного лечения, у пациентов с болезнями системы кровообращения показали высокую эффективность в ходе восстановительной коррекции метеопатических реакций организма. Показатели гемодинамических характеристик кровотока (систолическое артериальное давление) и variability сердечного ритма (показатель активности регуляторных систем) являются предикторами эффективности применения технологий восстановительной медицины, направленных на снижение метеочувствительности у пациентов с болезнями системы кровообращения. При этом благоприятному прогнозу эффективности средств коррекции соответствует величина показателя активности регуляторных систем от 3 до 5 у.е. и уровень систолического артериального давления от 132 до 141 мм.рт.ст.

Степень достоверности результатов исследования

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается корректными технологиями планирования научных исследований, значительным числом наблюдений (в исследовании приняли участие 1378 лиц, у которых проведен анализ первичной медицинской документации), обоснованным выбором информативных методов исследования - математического моделирования,

обработки данных, сравнительно-сопоставительного и статистического анализа (методы описательной статистики, параметрические и непараметрические критерии, корреляционный и дискриминантный анализы), что позволяет получить достоверные результаты и оценить реальные закономерности влияния погодных условий на организм человека, а также разработать математическую модель развития метеопатических реакций организма под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов (период наблюдения с 2014 по 2018 год, число анализируемых значений: 5940 шт.); определить индивидуальные показания и предикторы эффективности применения технологий восстановительной медицины для коррекции метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ и ИБС).

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на Межгосударственном форуме государств – участников СНГ «Здоровье населения – основа процветания стран Содружества» (Москва, 2012 год), Всероссийских форумах «Здравница» (Москва, 2015 год; Казань, 2016 год; Уфа, 2017 год), 3-х Международных Форумах Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды на тему: «Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека» (Москва, 2016 год), «Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно-детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения» (Москва, 2017 год), «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения» (Москва, 2018 год), I Ежегодной научно-практической конференции «Разумовские чтения» (Белокуриха, 2016 год), VI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Москва, 2016 год), III Ежегодной научно-практической конференции «Разумовские чтения» (Белокуриха, 2018 год), VI Международном молодежном медицинском форуме «Медицина будущего – Арктике» (Архангельск, 2019 год), 44 World Congress of ISMH (Wieliczka, Poland, 2019 год), V Международном Конгрессе «Санаторно-курортное лечение» (Москва,

2019 год), XVI Междисциплинарной конференции «Вейновские чтения» (Москва, 2020 год), Международном онлайн-форуме «Санаторно-курортное лечение: современные вызовы и доказательная медицина» (Москва, 2020 год), Преконгрессе в рамках VI Международного конгресса «Санаторно-курортное лечение» (Москва, 2020 год), I Национальном конгрессе с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «Сысинские чтения – 2020» (Москва, 2020 год) .

Апробация работы состоялась «28» декабря 2020 г. на расширенном заседании межотдельческой комиссии по предварительному рассмотрению (апробации) программ кандидатских и докторских диссертаций в ФГБУ «ЦСП» ФМБА России (протокол №2 от 29 декабря 2020 г.).

Внедрение результатов в практику

Полученные результаты были использованы при разработке: «Информационно-аналитической системы оценки и прогноза эффективности медицинской реабилитации больных распространенными заболеваниями» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014661654, 2014 г.) и получении патентов: «Аппаратно-программный комплекс оценки функциональных резервов организма и рисков развития распространенных неинфекционных заболеваний» (патент РФ № 2558453, 2015 г.), «Способ оценки метеочувствительности у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями» (патент РФ № 2719018, 2020 г.), «Способ оценки метеочувствительности» (Патент РФ № 2736612, 2020 г.).

Материалы исследований вошли в программу подготовки специалистов на «Кафедре физической терапии и медицинской реабилитации» учебного центра ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России, в приказ Минздрава России «О внесении изменений и дополнений в порядок организации санаторно-курортного лечения».

Результаты исследования используются в диагностическом, профилактическом и реабилитационном процессах СКК «Вулан» (г. Геленджик, Краснодарский край), ООО Санаторий «Аксаковские Зори» (с. Аксаково, Мытищинский район), ГБУ «Республиканский реабилитационный центр» (г. Грозный, Чеченская республика), ГАУ «Медицинский центр г. Жуковки» (г.

Жуковка, Брянская область), АО «Санаторий «Надежда» (г. Новочебоксарск, Чувашская республика).

Личный вклад автора. Автором самостоятельно обоснованы и определены основные направления исследований, сформулированы цель и задачи работы, выполнен контент-анализ и аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы, разработана анкета оценки метеочувствительности и дневник динамического наблюдения, позволяющие оценить степень проявления метеочувствительности. Осуществлены сбор материала, формирование базы данных, анализ, обобщение и интерпретация полученных результатов научного исследования. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практические рекомендации по профилактике и коррекции развития метеопатических реакций организма у людей с болезнями системы кровообращения. Разработана математическая модель развития метеопатических реакций организма в результате неблагоприятного влияния метеорологических и гелиогеофизических факторов у пациентов с болезнями системы кровообращения. Вклад автора является определяющим в непосредственном выполнении всех этапов данного научного исследования.

Работа выполнена в Лаборатории экологии человека и общественного здоровья ФГБУ «ЦСП» ФМБА России в соответствии с темой государственного задания (Рег. № АААА-А16-116053150125-0) «Создание математической модели адаптивных реакций организма на неблагоприятное воздействие метеофакторов в зависимости от фенотипа и разработка предложений по ее внедрению для индивидуальной профилактики хронических неинфекционных заболеваний и формирования здорового образа жизни» (срок выполнения 2016-2018 гг.).

В диссертацию включены также материалы, полученные соискателем при выполнении НИР в соответствии с темой государственного задания: «Разработка информационных систем персонализированной нелекарственной профилактики распространенных метеозависимых заболеваний» (срок исполнения 2014 – 2016 гг.) в Отделе медицинской кибернетики ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России и в Лаборатории изучения природных лечебных факторов по теме государственного задания: «Внедрение информационной системы персонализированной нелекарственной профилактики распространенных метеозависимых заболеваний

системы кровообращения и проведение клинических исследований по разработке инновационных бальнеопрофилактических технологий» (срок выполнения: 2017-2020 гг.).

Соответствие диссертации паспорту специальности.

Область диссертационного исследования включает комплексный многоаспектный анализ закономерностей в оценке влияния метеорологических и гелиогеофизических факторов на здоровье человека и разработке технологий их восстановительной коррекции, что соответствует пункту 2 («Изучение механизмов действия лечебных физических факторов на адаптивную саморегуляцию функций с учетом специфики воздействия и состояния функциональных резервов организма человека в целях создания новых системно-аналитических, психофизиологических и информационных технологий и методов лечения больных, профилактики заболеваний, медицинской реабилитации») и пункту 5 («Разработка вопросов организации и оптимизации санаторно-курортного обеспечения, оздоровления и медицинской реабилитации на базе современных оздоровительных, профилактических и лечебно-восстановительных технологий») паспорта специальности 14.03.11 «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия», а также пункту 1 паспорта специальности 14.02.01 «Гигиена»: «Исследования по изучению общих закономерностей влияния факторов окружающей среды на здоровье человека, а также методических подходов к их исследованию».

Публикации. Результаты и положения данного диссертационного исследования освещены в 60 печатных работах, в том числе в 1 монографии, 4 патентах на изобретение, 3 учебных пособиях, 3 глав в руководстве, 18 печатных работах в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 11 глав, заключения, выводов, списка литературы, приложений. Основное содержание работы изложено на 293 странице машинописного текста, диссертация иллюстрирована 46 таблицами (в том числе 7 в приложениях), 31 рисунками. Библиографический указатель содержит 360 источников литературы, в том числе 246 отечественных и 114 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование является комплексным, многоаспектным и состоит из 6 этапов (рис. 1).

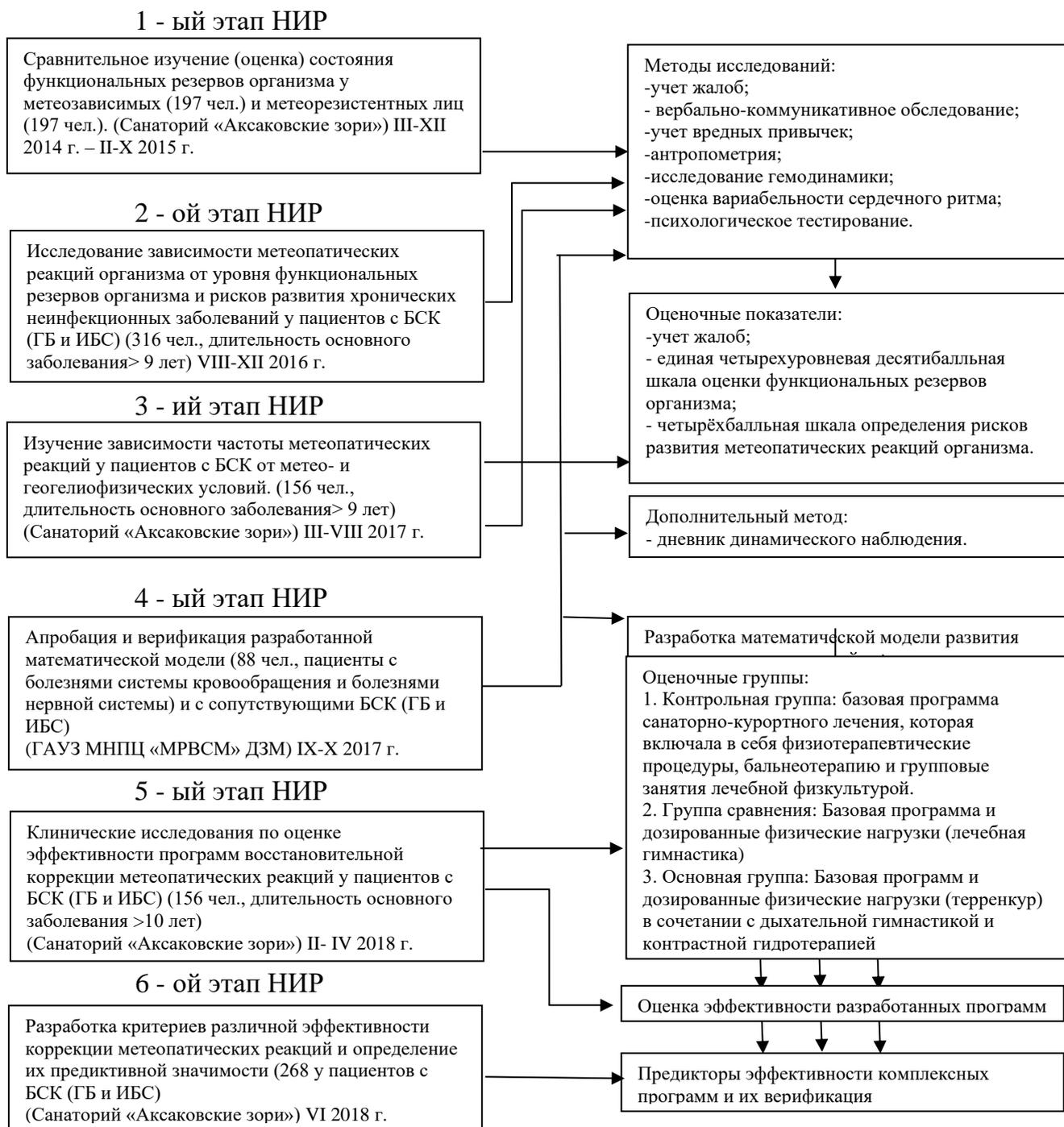


Рисунок 1 – Схема проведения научного исследования
 Каждый этап имел свои задачи, соответствующие приемы, базы исследования и свои организационные особенности.

На **первом этапе** проводили сравнение уровня функциональных и адаптивных резервов организма в группе условно здоровых метеочувствительных

лиц (n=197) и в группе условно здоровых обследованных, которые не были чувствительны к изменению погодных условий (n=197). Средний возраст в первой группе составил 45 [32÷51] лет и 47 [31÷53] лет во второй группе соответственно (p>0,05 по критерию Манна-Уитни). Обследование проходило на базе подмосковного санатория «Аксаковские зори» в марте-декабре 2014 г. и феврале – октябре 2015 г.

В рамках **второго этапа исследования** проведено поперечное исследование в августе-декабре 2016 года, в ходе которого обследовано 316 метеочувствительных пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших санаторно-курортное лечение (подмосковный санаторий «Аксаковские Зори») в августе-декабре 2016 г. Средний возраст обследуемых лиц составил 69 [61÷75] лет, длительность основного заболевания - не менее 9 лет.

На **третьем этапе** осуществлено поперечное исследование с участием 156 пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших санаторно-курортное лечение в подмосковном санатории «Аксаковские Зори» в феврале-августе 2017 года. Средний возраст пациентов составил 65 [59÷74] лет. Длительность основного заболевания у обследуемых лиц - не менее 9 лет.

Четвертый этап заключался в верификации полученной математической модели развития метеопатических реакций организма под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов у лиц с распространенными болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС). В результате обследовано 88 пациентов с неврологическими заболеваниями (Дорсопатия) и сопутствующим диагнозом из группы болезней системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших лечение в реабилитационном центре ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ в сентябре-октябре 2017 года. Средний возраст составил 64 [57÷72] лет.

В рамках **пятого этапа исследования** проведено клиническое исследование, в ходе которого обследовано 156 пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших санаторно-курортное лечение (Санаторий «Аксаковские Зори») в феврале-апреле 2018 года. Возраст пациентов был равен 68 [61÷71] лет. Длительность основного заболевания у обследуемых лиц составил не менее 10 лет.

В заключительной части данного этапа исследования были сформулированы критерии, позволяющие выделить группы пациентов с различной степенью эффективности применения нелекарственных технологий для профилактики и коррекции метеопатических реакций.

В рамках **шестого этапа** полученные критерии были верифицированы на группе 268 пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших санаторно-курортное лечение (подмосковный санаторий «Аксаковские Зори») в июне 2018 года. Средний возраст составил 63 [58÷71] лет.

Критерии включения:

1. Возраст 30-55 лет; согласие на участие в исследовании, подтвержденное наличием информированного согласия (для 1 этапа исследования).
2. Наличие подтвержденного диагноза из группы болезней системы кровообращения; возраст 60-75 лет; согласие на участие в исследовании, подтвержденное наличием информированного согласия (для 2-6 этапов исследования).

Критерии невключения:

1. Наличие клинических проявлений невротических расстройств и признаков деменции; наличие хронических или инфекционных заболеваний (для 1 этапа исследования).
2. Наличие клинических проявлений невротических расстройств и признаков деменции; стенокардия IV функционального класса; нарушение сердечного ритма (за исключением редких предсердных экстрасистол, умеренной синусовой тахикардии или брадикардии) (для 2-6 этапов исследования).

Критерии исключения:

1. Отказ от участия в исследовании; нарушение протокола исследования; конфликтные ситуации (для 1-6 этапов исследования).

Обследование проходило с применением диагностических технологий, используемых в Центрах здоровья¹. При этом проводились следующие методы, используемые для оценки функциональных и адаптивных резервов организма и определения рисков развития хронических неинфекционных заболеваний:

¹ Приказ Минздравсоцразвития РФ от 26.09.2011 N 1074н О внесении изменений в Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 19 августа 2009 г. N 597н

анкетирование по выраженности жалоб на плохое самочувствие; измерение антропометрических данных и показателей функциональных систем (рост, масса тела, индекс Кетле, показатели гибкости позвоночника и динамометрии кистей рук); анкетирование по определению вредных привычек и неблагоприятных условий жизни; определение гемодинамических характеристик кровотока проводилось на приборе «ЭДТВ Гемодин» (ЗАО «Мотор», Россия); анализ variability сердечного ритма с расчетом показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по Баевскому Р.М., проводили на приборе «Варикард 2.6» (ООО «Рамена», Россия); пульсоксиметр, психологическое тестирование, включающее: тест дифференциальной самооценки «САН» («Самочувствие», «Активность», «Настроение»), шкалу реактивной тревожности Спилбергера-Ханина и цветовой тест Люшера.

Риски развития БСК определялись с учетом уровня общего холестерина, значений систолического артериального давления, величины индекса массы тела, возраста, пола и отношения к курению. Риски развития стресс-индуцируемых расстройств рассчитывались с учетом полученных результатов психологического тестирования и вербально-коммуникативного обследования по оценке условий жизни и наличию вредных привычек. Риски развития БСК и риски развития стресс-индуцируемых расстройств рассчитывались с учетом взвешенных коэффициентов.

На основе полученных данных уровень функциональных и адаптивных резервов организма, а также риски развития БСК и стресс-индуцируемых расстройств оценивались в единой четырехуровневой десятибалльной шкале ((7,5 - 10) – высокий уровень; (5 - 7,49) – средний уровень; (2,5 - 4,99) – уровень ниже среднего; (0,01 - 2,49) – низкий уровень).

Предварительное заключение о метеочувствительности индивида выполнялось с учетом результатов вербально-коммуникативного обследования, которое и проводилось с целью оценки зависимости самочувствия пациентов от изменений погодных условий. Дополнительно пациенты заполняли дневник динамического наблюдения, в котором ежедневно фиксировали наличие жалоб на головную боль, боль за грудиной, на скованность суставов, боли в мышцах, одышку, отмечали результаты самооценки здоровья, измерения показателей гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление систолическое и

артериальное давление диастолическое) и уровня насыщения крови кислородом, а также анализ погодных условий.

Определение показателей земной и космической погоды, используемых в данном исследовании.

В рамках данного исследования для сопоставления изучаемых показателей с метеорологическими факторами использовались данные, представленные сайтом: www.rp5.ru. (станция ВДНХ (синоптический индекс-27612, а именно: температура окружающей среды, атмосферное давление, влажность воздуха. Сведения о гелиогеофизической обстановке (К-индексы геомагнитной активности, величина вертикальной компоненты напряженности электрического поля атмосферы) были получены из базы данных Геофизической обсерватории «Борок». При этом в периоды исследования колебания атмосферного давления отмечались в пределах от 733 до 780 мм.рт.ст., температуры окружающей среды от -20 до +27°C, влажности воздуха от 10 до 91%, планетарного К- индекса от 0 до 6 у.е., электрической активности атмосферы от 10 до 742 эВ.

Методы математической обработки и статистического анализа.

Обработка результатов исследования состояла из методов математической статистики. Анализ выборки на подчинение закону распределения проводили критерием Колмогорова-Смирнова. Количественные данные анализировались с использованием непараметрических критериев, качественные признаки - по критерию χ^2 . Для оценки линейной взаимосвязи использовался корреляционный анализ. В ходе построения математических моделей применялись дискриминантный анализ, а также критерий Мантеля-Хензеля. Результаты исследований анализировали с использованием программы IBM SPSS Statistics 23.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка зависимости выраженности метеопатических реакций от уровня функциональных резервов и адаптивных организма и рисков развития, распространенных хронических неинфекционных заболеваний

Для оценки влияния метео- и гелиогеофизических факторов на организм человека проведен сравнительный анализ функциональных и адаптивных резервов организма метеочувствительных и метеорезистентных условно здоровых лиц,

проходивших санаторно-курортное лечение в марте - декабре 2014 года и феврале - октябре 2015 года.

Таблица 1 – Сравнительный анализ показателей функционального состояния в группах 1 (с проявлениями метеопатических реакций, n=197) и 2 (без проявлений метеопатических реакций, n=197)

Параметр	Группа 1 (с проявлениями метеопатических реакций)	Группа 2 (без проявлений метеопатических реакций)	Значение физиологической нормы
Интегральный показатель самооценки здоровья	1,76 [1,53÷3,6] ↓	6,25 [4,75÷6,59]*	9,125 [7.5÷10]
Интегральный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы	3,53 [1,81÷3,96] ↓	6,27 [4,22÷6,97]*	9,125 [7.5÷10]
Индекс напряжения регуляторных систем, у.е.	275,9 [92÷304] ↑	130 [90÷190]*	115 [30÷200]
ЧСС, уд. в мин.	95 [87÷110] ↑	72 [68÷91]*	70 [60÷80]
АД систолическое, мм.рт.ст.	125 [121÷141]	128 [120÷142]	122 [114÷136]
АД диастолическое, мм.рт.ст.	79 [77÷92]	77 [75÷95]	77 [70÷84]
Уровень насыщения крови кислородом SpO ₂ , %	95 [93÷96]	96 [94÷99]	96 [95÷99]
Показатель самооценки здоровья, у.е.	3,12 [2,54÷5,62] ↓	5,2 [3,75÷8,1]*	9,125 [7.5÷10]
Реактивная тревожность, у.е.	39,7 [37,5÷45,9] ↑	27,75 [25,4÷39,5]*	15 [7÷30]

Примечание: Данные представлены Медианой (Me), 1 и 3 квартилями [Q1÷Q3]. *Анализ различий произведен по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$., ↑ - показатель выше границ «нормы», ↓ - показатель ниже границ «нормы».

По результатам анкетирования на наличие метеочувствительности были сформированы 2 группы с различной степенью зависимости от погодных условий (по 197 человек), в которых проведен сравнительный анализ уровня функциональных и адаптивных резервов организма (см. таблицу 1). Следует отметить, что внутригрупповые различия в зависимости от возраста и пола не были статистически достоверны ($p > 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Благодаря проведенному сравнительному анализу доказано, что метеочувствительные лица имеют низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма, который определялся у 173 человек (87,8%). Кроме этого, по итогам проведенной оценки рисков развития хронических неинфекционных заболеваний показано, что метеочувствительные лица имеют высокий уровень риска развития БСК и риска развития стресс-индуцируемых расстройств ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни) (таблица 2).

Таблица 2 – Риск развития распространенных неинфекционных заболеваний в группе метеочувствительных (n=197) и метеорезистентных лиц (n=197)

	Группа 1 (с проявлениями метеопатических реакций)	Группа 2 (без проявлений метеопатических реакций)	Значение физиологической нормы
Риск развития БСК, у.е.	3,37 [2,51÷4,41]* ↑	5,82 [4,17÷7,96]	8,125 [7,5÷10]
Риск развития стресс-индуцируемых расстройств, у.е.	2,34 [1,81÷3,57]* ↑	4,84 [3,3÷7,41] ↑	8,125 [7,5÷10]

Примечание: Данные представлены Медианой (Me), 1 и 3 квартилями [Q1÷Q3]. *Анализ различий произведен по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$, ↑ - показатель выше границ «нормы», ↓ - показатель ниже границ «нормы».

Таким образом, полученные данные указывают на взаимосвязь наличия высокого риска развития БСК и стресс-индуцируемых расстройств со степенью выраженности метеопатических реакций организма. При этом в качестве «сигнальных» факторов риска развития метеопатических реакций следует выделить следующие: артериальная гипертензия, повышенная масса тела и ожирение, а также наличие проявлений невротических реакций.

Учитывая ранее полученные данные, дальнейшие исследования были проведены в группе пациентов с БСК.

Анализ возникновения метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения

В рамках данного этапа проведена оценка влияния неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов на пациентов с болезнями системы кровообращения. Полученные данные вербально-коммуникативного обследования 351 пациента показали, что 316 человек с болезнями системы кровообращения (ГБ и ИБС), проходивших санаторно-курортное лечение (подмосковный санаторий «Аксаковские Зори») в августе-декабре 2016 года имели признаки патологического влияния погодных факторов, что составляет 90,3% и является обоснованием для разработки превентивных мер профилактики выявленных метеопатических реакций и их последующего усугубления.

В большинстве случаев (77,2%, $p < 0,05$ по критерию χ^2 при сравнении с частотой возникновения других метеопатических реакций: головная боль, кардиалгии, артралгии и миалгии) метеопатические реакции проявлялись в виде

общего ухудшения самочувствия пациентов (по данным анкеты выраженности жалоб на плохое самочувствие и результатам теста дифференциальной самооценки «САН»), а также артериальной гипо- и гипертензией (58,8% (186 человек), $p < 0,05$ по критерию χ^2).

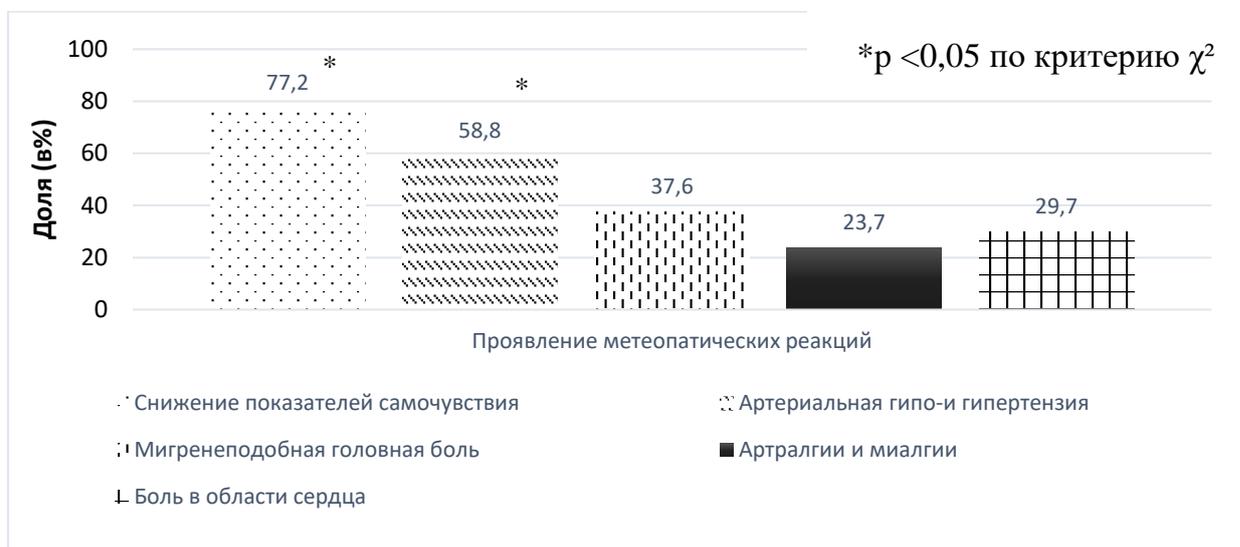


Рисунок 2 – Основные метеопатические реакции организма у пациентов с болезнями системы кровообращения, развивающиеся в ходе неблагоприятного влияния погодных условий (в процентном соотношении от общей численности метеочувствительных лиц). Оценка различий проведена по критерию χ^2 , $*p < 0,05$

Опираясь на ранее полученные данные о взаимосвязи повышенной метеочувствительности с низким уровнем функциональных и адаптивных резервов организма у обследуемых пациентов (316 человек), была проведена оценка функционального состояния организма.

В итоге выявлено, что у пациентов значительно были снижены интегральные показатели самооценки здоровья и функционального состояния сердечно-сосудистой системы, которые наряду с повышенной реактивной тревожностью (38 [33,75÷44] у.е. ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни, при сравнении со значениями физиологической нормы), высокими цифрами артериального давления (142 [129÷151] мм.рт.ст. ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни, при сравнении со значениями физиологической нормы), а также повышенным индексом напряжения регуляторных систем (452 [144÷925] у.е. ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни, при сравнении со значениями физиологической нормы), свидетельствуют о сниженных функциональных и адаптивных резервах организма.

Таблица 3 – Сравнение уровня функциональных и адаптивных резервов организма обследуемых лиц со значениями физиологической нормы (n=316).

Параметр	Результат измерения	Значение физиологической нормы
Интегральный показатель самооценки здоровья в 10-ти балльной шкале, у.е.	1,25 [0,25÷1,47]*↓	9,125 [7.5÷10]
Индекс напряжения регуляторных систем, у.е.	452 [144÷925]*↑	115 [30÷200]
Интегральный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы, у.е.	1,21 [0,34÷1,94]*↓	9,125 [7.5÷10]
Показатель активности регуляторных систем, у.е.	6 [5÷7]*↑	2 [1÷3]
Сердечный индекс, л/мин	3,2 [2,1÷3,7]*↓	4 [3,5÷5]
Артериальное давление систолическое, мм.рт.ст.	142 [129÷151]*↑	122 [114÷136]
Артериальное давление диастолическое, мм.рт.ст.	79 [76÷93]	77 [70÷84]
Уровень насыщения крови кислородом, %	95 [93÷96]	96 [94÷99]
Уровень реактивной тревожности, у.е.	38 [33,75÷44]*↑	15 [7÷30]

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квантилями (Q1÷Q3). *Анализ различий между группами проведен по критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$. ↑ - показатель выше границ «нормы», ↓ - показатель ниже границ «нормы».

Помимо сниженных функциональных и адаптивных резервов организма у метеочувствительных пациентов определялись риски развития осложнений БСК и стресс-индуцируемых расстройств, которые составили 2,44 [1,37÷3,85] у.е. и 2,71 [1,9÷ 4,18] у.е. соответственно (см. рисунок 3).

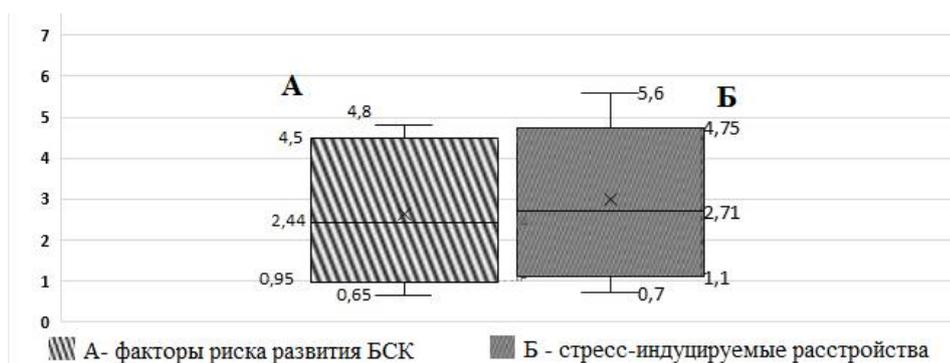


Рисунок 3 – Значение рисков развития заболеваний у пациентов

Следует отметить, что все пациенты имеющие более низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма (62,3% (197 человек)) имели более выраженные метеопатические реакции, которые проявлялись в виде снижения показателей оценки самочувствия (93,4%), артериальной гипо- и

гипертензии (75,6%) и мигренеподобной головной боли (47,7%), в то время как в группе с менее низким уровнем функциональных резервов организма (37,7% (119 человек)) в основном наблюдались следующие реакции на метеорологические и гелиогеофизические факторы: снижение показателей оценки самочувствия (50,4%) и артериальной гипо- и гипертензией (30,2%).

В итоге, полученные данные обследования метеочувствительных пациентов с болезнями системы кровообращения свидетельствуют о том, что наиболее выраженные и разнообразные метеопатические реакции развиваются у пациентов, имеющих низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма и высокие риски развития обострений распространенных БСК, таких как гипертонический криз, нарушение сердечного ритма, инфаркт миокарда, а также стресс-индуцируемых расстройств, таких как невротические реакции.

Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения.

По данным проведенного обследования 156 пациентов с БСК, проходивших санаторно-курортное лечение в подмосковном санатории «Аксаковские Зори» в феврале-августе 2017 года выявлено, что метеопатические реакции у большинства пациентов развиваются в ответ на низкие значения атмосферного давления и на его резкие колебания, а также на отклонение от границ климатической нормы температуры окружающей среды. Так, повышение температуры на 8 и более градусов приводит к снижению показателей оценки самочувствия в 31% случаев (по данным анкетирования выраженности жалоб на плохое самочувствие и результатов теста дифференциальной самооценки «САН») и возникновению мигренеподобных головных болей в 20,6% случаев. Низкие значения атмосферного давления вызывали снижение показателей оценки самочувствия (51%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), при этом у большинства пациентов наблюдалась артериальная гипо- и гипертензия (63,7%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), у 24% возникали приступы мигренеподобной головной боли (рисунок 4). Резкие изменения влажности воздуха вызывали снижение показателей оценки самочувствия (29%) и изменение гемодинамических характеристик кровотока (16%). Сходные реакции наблюдались у пациентов на повышение значений электрического поля атмосферы, среди которых наиболее частыми проявлениями

были: снижение показателей оценки самочувствия (у 49%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), резкие колебания артериального давления (55%, $p < 0,05$ по критерию χ^2), проявление жалоб на головные боли (24%).

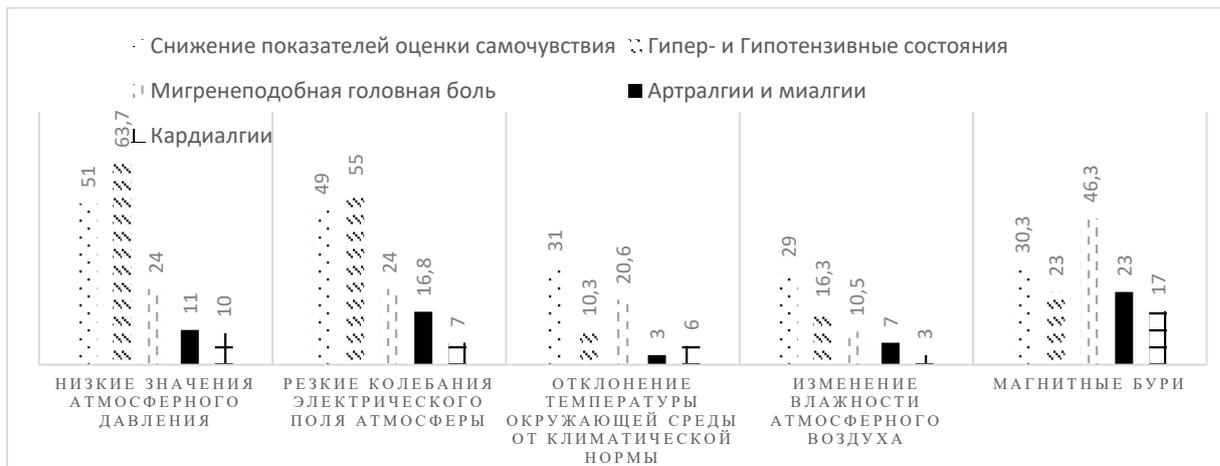


Рисунок 4 – Основные проявления метеопатических реакций у пациентов с заболеваниями системы кровообращения на различные погодные условия. Анализ различий проведен по критерию χ^2 , * $p < 0,05$.

Кроме того, необходимо отметить, что выраженные метеопатические реакции развивались в периоды наступления геомагнитных возмущений: у 46,3% пациентов фиксировались жалобы на мигреноподобную головную боль, у 30% пациентов, снижались показатели оценки самочувствия, а у 23% пациентов резко менялись показатели гемодинамики (повышение и понижение артериального давления), у 23% пациентов возникали боли в области суставов.

В итоге, в период наблюдений отмечено, что метеопатические реакции возникали при воздействии следующих, в приоритетном порядке, метео- и гелиогеофизических факторов: пониженное атмосферное давление или его колебания, увеличение значений электрической активности атмосферы, магнитные бури, повышенная температура окружающей среды.

Математическая модель развития метеопатических реакций организма в результате воздействия метеорологических и гелиогеофизических факторов у пациентов с распространенными болезнями системы кровообращения.

При разработке математической модели прогноза развития метеопатических реакций при неблагоприятном влиянии метеорологических и гелиогеофизических факторов были проанализированы (с использованием критерия Мантеля-Хензеля) риски их возникновения. На основании этого с

использованием единой четырехуровневой десятибалльной шкалы были определены «нормированные» значения отношения шансов развития метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС) в Московском регионе (таблица 4).

Таблица 4 – Нормированные значения развития метеопатических реакций

	Снижение показателей оценки самочувствия	Перепад артериального давления	Головная боль
Атмосферное давление	3,41 [1,36÷4,47]	2,96 [1,14÷4,31]	
Магнитные бури	2,66 [1,79÷4,26]		3,32 [1,76÷4,63]
Электрическая активность атмосферы	2,63 [1,57÷3,68]	2,6 [1,59÷3,49]	
Температура окружающей среды	2,27 [1,2÷3,47]	2,47 [1,29÷3,64]	
Влажность	1,99 [1,1÷2,8]		

Формула пересчета от измеренных величин к «нормированным» значениям была выведена эмпирическим путем и выглядит следующим образом:

$$I = U + (((C-L)*T)/D),$$

где: I – величина, рассчитанная с помощью формулы,

U – нижняя граница интервала, принадлежащего десятибалльной шкале,

C- измеренный показатель во время обследования,

L – нижняя граница интервала, в котором находится измеренный показатель,

D – разность между верхней и нижней границами интервала, в котором находится измеренный показатель.

Ниже представлен пример определения значений развития метеопатических реакций при воздействии атмосферного давления, который выглядит следующим образом.

Границы нормы значения атмосферного давления находятся в диапазоне от 740 до 756 мм. рт. ст. Учитывая работы отечественных и зарубежных авторов (Umetura K., Hirashima Y., 2008; Смирнова М.Д., 2011; Григорьев А.И., 2012; Уянаева А.И., Бобровницкий И.П., 2014; Honig A., Eliahou R., 2016; Салтыкова М.М., 2017), а также результаты собственных исследований, значимая для организма величина суточного колебания атмосферного давления была определена в 10 мм.рт.ст. и более. Соответственно, границы значения атмосферного давления при которых будут развиваться метеопатические реакции, характеризующиеся

снижением показателей оценки самочувствия, будут находиться в диапазоне от 730 до 740 мм.рт.ст. и от 756 до 766 мм.рт.ст. соответственно. Далее производили расчет медианы, соответствующие полученному нормированному медианному значению: $Median = (730+740)/2=735$ и $Median = (756+766)/2=761$. Используя формулу пересчета в единую шкалу получаем соответствующие границы «нормированных» значений развития метеопатических реакций, проявляющихся снижением показателей оценки самочувствия, при изменении атмосферного давления. Более подробно алгоритм расчета представлен ниже.

От медианы откладывали по 16,66% в сторону увеличения показателей, результатом являлись границы 733,3 и 762,7 мм.рт.ст., соответствующие нормированному значению 3,86 у.е. Также откладывали 16,66% в сторону уменьшения показателей: 736,7 и 759,3 мм.рт.ст., что соответствует нормированному значению: 2,95 у.е. Далее от медианы откладывали 33,3% в сторону увеличения показателей, получают границы 731,6 и 764,4 мм.рт.ст., соответствующие нормированному значению 4,31 у.е. Отклонение от медианы в меньшую сторону соответствовали значениям 738,4 и 757,6 мм.рт.ст., что соответствовало нормированному значению: 2,5 у.е. Отклонение от медианы в 49,89% в большую сторону 730 мм.рт.ст. и ниже и 766 мм.рт.ст. и выше, соответствовало нормированному значению: 4,86 у.е. Отклонение от медианы в меньшую сторону, которое составляло 740 и 756 мм.рт.ст. и было равно нормированному значению: 2,05 у.е. В итоге, границы измерения атмосферного давления и, соответствующие им «нормированные» коэффициенты, выглядели следующим образом (таблица 5).

Таблица 5 – Нормированные значения развития метеопатических реакций при воздействии атмосферного давления

Атмосферное давление, мм.рт.ст.	«Нормированный» показатель, у.е.
(738,4-740) и (756-757,6)	(2,5-2,05) и (2,05-2,5)
(736,7-738,4) и (757,6-759,3)	(2,95-2,5) и (2,5-2,95)
(735-736,7) и (759,3-761)	(3,41-2,95) и (2,95-3,41)
(733,3-735) и (761-762,7)	(3,86-3,41) и (3,41-3,86)
(731,6-733,3) и (762,7-764,4)	(4,31-3,86) и (3,86-4,31)
(730-731,6) и (764,4-766)	(4,86-4,31) и (4,31-4,86)

Принимая во внимание, что «нормированные» показатели принадлежали единой шкале, был определен показатель, который позволяет интегрально оценить выраженность развивающихся метеопатических реакций.

Сами интегральные показатели рассчитывались с учетом единой шкалы и для разного количества величин.

Для двух величин:

$$\text{Интегральный показатель (I)} = \frac{1}{a+v} * (a*A + v*B) = \frac{a*A + v*B}{a+v}, \text{ где:}$$

A и B – интегрируемые показатели, а и в – весовые коэффициенты, обратно пропорциональные показателям, т.е. $a/v = B/A$.

Следовательно, $a = B * v/A$.

Подставляя данный коэффициент (a) в формулу, получаем:

$$I = (A*(B*v/A)+v*B)/(B*v/A+v) \Rightarrow (\text{ИП}) = (2*v*B/(B*v+A*v)) \Rightarrow I = 2*A*v/(A+v)$$

Для трех величин формула выглядит следующим образом:

$$I = (3*A*v*C)/(C*v+C*A+A*v).$$

Аналогично рассчитываются интегральные показатели для 4,5 и n величин.

Таким образом, интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия атмосферного давления выглядел следующим образом:

$$\text{ИПАтм} = 2*\text{НЗСатм}*\text{НЗДатм}/(\text{НЗСатм}+\text{НЗДатм}),$$

где: ИПАтм – это интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия атмосферного давления, НЗСатм – «нормированное» значение развития метеопатических реакций в виде снижения показателей оценки самочувствия, НЗДатм – «нормированное» значение развития метеопатических реакций, характеризующиеся перепадом артериального давления. Также при помощи формул интегральных показателей рассчитывались общие интегральные показатели возникновения метеопатических реакций при воздействии температуры окружающей среды, влажности, напряженности электрического поля атмосферы и геомагнитной активности.

Исходя из этого, общий интегральный показатель рассчитывался следующим образом:

$$ИП_{мр} = 5 * (ИП_{атм} * ИП_{тем} * ИП_{вл} * ИП_{эп} * ИП_{мб}) / (ИП_{тем} * ИП_{вл} * ИП_{эп} * ИП_{мб} + ИП_{атм} * ИП_{вл} * ИП_{эп} * ИП_{мб} + ИП_{атм} * ИП_{тем} * ИП_{эп} * ИП_{мб} + ИП_{атм} * ИП_{тем} * ИП_{вл} * ИП_{эп}),$$

где: ИП_{мр} – общий интегральный показатель развития метеопатических реакций, ИП_{атм} - это интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия атмосферного давления, ИП_{тем} - интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия температуры, ИП_{вл} – интегральный показатель развития метеопатических реакций, в результате воздействия влажности окружающей среды, ИП_{эп} – интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия напряженности электрического поля атмосферы, ИП_{мб} – это интегральный показатель развития метеопатических реакций в результате воздействия магнитных бурь.

В итоге, математическая модель представляет собой сумму интегральных показателей нормированных значений развития метеопатических реакций, которые развиваются в результате воздействия различных метеофакторов.

$$ИП_{мр} = m * (ИП_{n1} * ИП_{n2} * ... * ИП_{nm}) / (ИП_{n1} * ИП_{n3} * ... * ИП_{nm} + ИП_{n2} * ИП_{n3} * ... * ИП_{nm} + ... + ИП_{n1} * ИП_{n2} * ... * ИП_{nm}),$$

где: ИП_{n1}, ИП_{n2},...ИП_{nm} – интегральные показатели развития метеопатических реакций при воздействии 1,2 и m показателей. Далее с целью получения оценки уровня выраженности метеопатических реакций рассчитанный интегральный показатель был приведен к четырем уровням оценки (см. таблицу 6).

Таблица 6 – Интегральная шкала оценки выраженности развития метеопатических реакций

Рассчитанное значение	Границы в десятибалльной шкале	Уровень выраженности
1-1,56	(10-7,5)	Возможности возникновения метеопатических реакций нет или она минимальна
1,57-2,46	(7,49-5)	Средняя степень возникновения метеопатических реакций
2,47-2,96	(4,99-2,5)	Высокая степень возникновения метеопатических реакций
От 2,97 и выше	(2,49-0,01)	Очень высокая степень возникновения метеопатических реакций

В результате определены следующие степени выраженности метеопатических реакций: метеопатические реакции в данный период не возникнут или вероятность их возникновения минимальна, средняя степень возникновения метеопатических реакций, высокая степень возникновения метеопатических реакций, очень высокая степень возникновения метеопатических реакций.

Верификация полученной математической модели развития метеопатических реакций организма

Полученная математическая модель была верифицирована на группе 88 пациентов с неврологическими заболеваниями и сопутствующими болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС), проходивших лечение в реабилитационном центре ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ в сентябре-октябре 2017 года. Средний возраст составил 64 [57÷72] лет. Определено, что в данный период: 2 дня (7%) были достаточно благоприятными для метеочувствительных лиц, 8 дней (53%) имели среднюю степень возникновения метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения, 3 дня (27%) – высокую и 2 дня (13%) очень высокую соответственно.

В результате была определена высокая информативность полученной модели, что подтверждалось следующими показателями: чувствительность (Se, sensitivity) = 88,6%, специфичность (Sp, specificity) = 71,5%, точность (Ac, accuracy) = 82,9, прогностичность положительного результата (+VP, positive predictive value) = 75,8%, прогностичность отрицательного результата (-VP, negative predictive value) = 85,8%.

Оценка эффективности применения нелекарственных технологий в коррекции проявлений метеопатических реакций и построение соответствующего разделяющего алгоритма.

На данном этапе изучалась эффективность применения разработанных программ восстановительной коррекции метеопатических реакций организма. Исследуемая выборка (n=156) при помощи метода рандомизации была разделена на 3 группы. В итоге, пациенты основной группы (1 группа) на фоне базового санаторно-курортного лечения получали дозированные физические нагрузки (терренкур), дыхательную гимнастику и процедуры контрастной гидротерапии. Пациенты группы сравнения (2 группа) получали базовую программу санаторно-

курортного лечения с включением дозированных физических нагрузок в виде комплекса лечебной гимнастики для пациентов с БСК, которая выполнялась под контролем ЧСС. Контрольная группа (3 группа) находилась на базовом санаторно-курортном лечении.

В основу дозированных физических нагрузок был включен терренкур. В целях безопасности физические нагрузки выполнялись под контролем ЧСС, а также с определением интенсивности нагрузки при помощи теста шестиминутной ходьбы. В итоге, обследуемые проходили три стандартные маршрута терренкура. Каждому пациенту по результатам предварительно проведенного экспресс-обследования подбирался индивидуальный темп занятий. При этом, большинство пациентов проходили маршруты низкой и средней степени сложности.

Дыхательная гимнастика осуществлялась по нижеописанной методике: проводилась в покое (сидя/лежа), начиналась с удлиненного вдоха в течение 7 – 10 секунд (или с постепенным увеличением до 10 секунд), затем следовала задержка дыхания на вдохе и последующий удлиненный выдох, все дыхательные действия проводились в течение 7 – 10 секунд, продолжительность проведения составляла 10 минут, кратность – 2 раза в сутки. Данная методика позволяет смоделировать процедуру гипергипокситерапии.

Контрастная гидротерапия включала в себя «контрастный душ», проводимый следующим образом: вначале пациент находился под теплым душем (согревающим) – 2-5 минут, затем включалась холодная вода температурой 10 °С - 18 °С (с постепенным понижением температуры на 1 °С за одну процедуру). Обливание холодной водой проводилось по внутренним и задним поверхностям нижних конечностей от паха до икроножной мышцы, далее по внутренним поверхностям верхних конечностей, в области живота, ягодиц и лица. Воздействие на каждую область производилось в течение 3-15 секунд. Процедура оканчивалась обтиранием махровым полотенцем.

Как отмечено ранее, индивидуальная комплексная программа применялась на фоне базового санаторно-курортного лечения, которое включало в себя утреннюю лечебную гимнастику по стандартной методике, в то время как пациенты второй группы получали лечебную гимнастику, а пациенты первой группы комплексную программу, описанную выше.

Кроме этого, в программу санаторно-курортного лечения всех пациентов входило физиотерапевтическое лечение: низкочастотное магнитное поле, электросон (частота импульсов 10-12 Гц, при силе тока 7-8 мА), синусоидальные модулированные токи (глубина модуляции 50-75%, частота импульсов 80-100 Гц) через день, чередуя с бальнеотерапией)). Основу бальнеотерапии составляли сухие углекислые ванны. В комплексную программу также входила психологическая коррекция в виде обучения методики аутотренинга, а также групповая психотерапия с элементами арт-терапии.

В результате, эффективность применения лечебных факторов у пациентов с болезнями системы кровообращения (ГБ, ИБС) проявлялась в динамике индекса напряжения регуляторных систем, который достоверно уменьшался в основной группе, с 561 [263÷789] у.е. (до лечения) до 218 [129÷315] у.е. (после лечения), $p < 0,05$ (по критерию Вилкоксона), при этом в группе сравнения данный показатель имел следующую динамику: 578 [234÷802] у.е. в начале лечения и 273 [223÷478] у.е. в конце лечения ($p < 0,05$, по критерию Вилкоксона). В контрольной группе данный показатель остался без изменения. Также положительную динамику в основной группе и в группе сравнения имел интегральный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы: у пациентов основной группы он изменялся с 1,58 [0,98÷2,86] у.е. в начале до 3,77 [2,34÷4,11] у.е. в конце пребывания в санаторно-курортной организации ($p < 0,05$, по критерию Вилкоксона), а у пациентов группы сравнения, получавших курс лечебной гимнастики для пациентов с БСК, с 1,41 [1,07÷2,91] у.е. до 2,6 [1,95÷3,57] у.е. ($p < 0,05$, по критерию Вилкоксона). В группе контроля достоверные различия выявлены не были.

Следует отметить, что у пациентов, получавших дозированные физические нагрузки в комплексе с дыхательной гимнастикой и контрастной гидротерапией на фоне базового санаторно-курортного лечения, отмечалась положительная динамика показателя насыщения крови кислородом (SpO_2), с 95 [93÷96] % до 97 [96÷98] % ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона). При этом, данной динамики в группах сравнения и контроля не наблюдалось.

Таблица 7 – Анализ динамики функционального состояния организма у метеочувствительных пациентов с заболеваниями системы кровообращения

Показатель	1 группа (основная)		2 группа (сравнения)		3 группа (контрольная)	
	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения
ЧСС, уд/мин.	67 [61,25÷75,5]	63 [57,25÷68,75]	67 [58÷74]	66 [59÷76]	68 [60÷76]	66 [60,75÷75]
Интегральный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы, у.е.	1,58 [0,98÷2,86]	3,77 [2,34÷4,11]*	1,41 [1,07÷2,91]	2,6 [1,95÷3,57]*	1,39 [0,97÷2,95]	2,2 [1,7÷3,22]
Артериальное давление систолическое, мм.рт.ст.	134 [126÷144]	127,5 [121÷138]*	132 [120÷147]	130 [123÷144]*	132 [120÷148]	131 [125÷146]
Уровень насыщения крови кислородом, %	95 [93÷96]	97 [96÷98]*	95 [93,5÷96]	94 [93÷96]	95 [93÷96]	95 [94÷96]
Индекс напряжения регуляторных систем, у.е.	561 [263÷789]	218 [129÷315]*	578 [234÷802]	273 [223÷478]*	515 [295÷794]	295 [184÷548]*

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квартилями ([Q1÷Q3]). Анализ динамики (до и после) проведен по критерию Вилкоксона, *p < 0,05.

Проведенный анализ психофизиологического статуса в анализируемых группах также показал эффективность применения программ, включающих дозированную физическую нагрузку, дыхательную гимнастику и контрастную гидротерапию в комплексе с санаторно-курортным лечением (основная группа), по сравнению с группой сравнения и контрольной группой исследования. В результате в основной группе определена положительная динамика интегрального показателя самооценки здоровья (с 0,88 [0,67÷2,91] у.е. по 2,77 [1,2÷4,4] у.е., $p < 0,05$, по критерию Вилкоксона) и показателей теста дифференциальной самооценки «САН», а также снижение уровня реактивной тревожности ($p < 0,05$, по критерию Вилкоксона) (см. таблицу 8). Так, показатель «самочувствие» составил: 3,7 [2,9÷4,1] у.е. и 4,2 [3,5÷4,8] у.е. в начале и в конце лечения, соответственно, в свою очередь «активность» и «настроение» также имели достоверные изменения: 3,9 [3,2÷4,4] у.е. и 3,7 [2,8÷4] у.е. - при первичном тестировании, 4,5 [3,8÷5] у.е. и 4,4 [3,9÷4,9] у.е. - при повторном тестировании ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона). В то же время, у пациентов группы сравнения, получавших на фоне базового санаторно-курортного лечения комплекс ЛФК, также достоверно изменялся интегральный показатель самооценки здоровья: с 0,85 [0,71÷2,82] у.е. до 2,77 [0,9÷3,4] у.е. ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона). Также положительную динамику имели показатели «самочувствия» и «активности» теста дифференциальной самооценки «САН» (3,9 [2,8÷4] у.е. до 4,2 [3,1÷4,1] у.е. и 3,9 [3,3÷4] у.е. до 4,2 [3,6÷4,5] у.е. соответственно, $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона).

Следует отметить, что в группе сравнения было установлено снижение уровня реактивной тревожности, при этом показатель «настроение» теста дифференциальной самооценки «САН» не изменялся. В контрольной группе достоверно изменялся интегральный показатель самооценки здоровья (0,81 [0,6÷2,8] у.е. в начале лечения и 2,6 [0,81÷2,92] у.е. в конце лечения, $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона, также отмечалось снижение уровня реактивной тревожности; однако результаты теста дифференциальной самооценки «САН» не имели достоверного изменения показателей. Таким образом, наибольшая эффективность была показана в результате применения комплексной программы восстановительной коррекции метеопатических реакций, которая была применена на фоне базового санаторно-курортного лечения.

Таблица 8 – Анализ динамики психофизиологического состояния организма у метеочувствительных пациентов с болезнями системы кровообращения

Показатель	1 группа (основная)		2 группа (сравнения)		3 группа (контрольная)	
	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения	В начале санаторно-курортного лечения	По завершению санаторно-курортного лечения
Интегральный показатель самооценки здоровья, у.е.	0,88 [0,67÷2,91]	2,77 [1,2÷4,4]*	0,85 [0,71÷2,82]	2,77 [0,9÷3,4]*	0,81 [0,6÷2,8]	2,6 [0,81÷2,92]*
Реактивная тревожность (тест Спилбергера-Ханина), у.е.	38 [31÷45]	31 [27÷33]*	37 [29÷47]	32 [29÷37]*	38 [29÷48]	35 [33÷38]*
Показатель «Самочувствия» (Тест «САН»), у.е.	3,7 [2,9÷4,1]	4,2 [3,5÷4,8]*	3,9 [2,8÷4]	4,2 [3,1÷4,1]*	3,7 [2,8÷3,9]	4,0 [3÷4]
Показатель «Активности» (Тест «САН»), у.е.	3,9 [3,2÷4,4]	4,5 [3,8÷5]*	3,9 [3,3÷4]	4,2 [3,6÷4,5]*	3,8 [3,1÷4]	3,8 [3÷4,2]
Показатель «Настроения» (Тест «САН»), у.е.	3,7 [2,8÷4]	4,4 [3,9÷4,9]*	3,8 [2,9÷4,3]	4 [3,3÷4,1]	3,7 [3,2,÷3,9]	3,9 [3÷4]

Примечание: Данные представлены медианой (Me) и квантилями ([Q1÷Q3]). Анализ динамики (до и после) проведен по критерию Вилкоксона, *p<0,05.

Построение разделяющего алгоритма для прогноза эффективности применения технологий восстановительной медицины, направленных на снижение влияния метеофакторов.

Для решения поставленной задачи проведены корреляционный и дискриминантный анализы. В начале для определения степени взаимосвязи исходных показателей был проведен корреляционный анализ, в результате выявлена взаимосвязь систолического артериального давления и показателя активности регуляторных систем с интегральным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы ($r = -0,687$, $p = 0,021$ и $r = -0,694$, $p = 0,018$ соответственно). Благодаря проведенному корреляционному анализу показано, что наиболее информативным для прогноза эффективности применения технологий восстановительной медицины является использование систолического артериального давления и ПАРС. Соответственно, стало возможным решение диагностической задачи по разделению пациентов с различной степенью эффективности применения комплексной программы восстановительной коррекции метеопатических реакций организма. Соответственно, для решения диагностической задачи были рассчитаны и использованы дискриминантные функции F1 и F2.

При классификации результатов получено, что 83,3% значений распределены верно, что еще раз подтверждает возможность использования полученной математической модели в качестве инструмента определения предикторов и показателей эффективности.



Рисунок 5 – Области вероятного распределения координат пациентов с различной степенью эффективности применения комплексной программы восстановительной коррекции

Графическое решение классификационной задачи представлено на рисунке 5, содержит 3 наиболее вероятные области распределения пациентов с различной степенью эффективности применения комплексной программы, направленной на снижение проявлений метеочувствительности у пациентов с болезнями системы кровообращения.

В итоге, были получены границы значений, при которых применение разработанной

программы будет иметь ту или иную степень эффективности. Так, высокая степень эффективности будет получена у пациентов с ПАРС от 3 до 5 у.е. и систолическим артериальным давлением от 132 до 141 мм.рт.ст.; средняя степень эффективности применения комплексной программы будет при ПАРС от 6 до 7 у.е. и систолическим артериальным давлением от 142 до 149 мм.рт.ст.; незначительный эффект может быть получен при ПАРС от 8 до 9 у.е. и артериальном давлении от 146 до 168 мм.рт.ст.

Верификация полученных дискриминантных уравнений, предназначенных для прогноза эффективности применения технологий восстановительной медицины, направленных на снижение влияния метеофакторов.

Проверка валидности полученного разделяющего алгоритма была проведена на группе лиц, проходивших санаторно-курортное лечение в санатории «Аксаковские Зори» в июне 2018 года. В результате для проверки полученных дискриминантных функций у 268 человек в начале лечения были использованы следующая совокупность показателей, полученные при обследовании: систолическое артериальное давление и ПАРС. Далее по результатам построенного ранее разделяющего алгоритма каждый из пациентов был отнесен к одной из 3 групп: с выраженным улучшением показателей (237 человек), со средним уровнем улучшения показателей (17 человек), с незначительным улучшением показателей (14 человека).

В конце санаторно-курортного лечения разделение на группы происходило с учетом фактических данных функционального состояния организма и патологических проявлений метеочувствительности, в результате были сформированы группы: с выраженным улучшением показателей (227 человек), со средним уровнем улучшения показателей (24 человека), с незначительным улучшением показателей (17 человека). По итогам сравнения полученных групп с результатами применения разделяющего алгоритма было выявлено, что правильная классификация была проведена в 92,5% случаев, что свидетельствует о высокой валидности полученной модели.

Заключение

Анализ данных ранее проведенных исследований, касающихся развития метеочувствительности у пациентов с БСК (ГБ, ИБС), позволил подтвердить актуальность выполненной работы, а также определить цели, задачи и направления исследования, проведенные с участием 1378 пациентов, а полученные результаты, показали, что лица с выраженными метеопатическими реакциями организма имеют низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма и высокие степени риска развития БСК

и их обострений (повышенное артериальное давление, повышенный уровень холестерина, высокие значения индекса массы тела, а также изменения показателей variability сердечного ритма) и стресс-индуцируемых расстройств (признаки невротизации личности). При этом, в качестве основных биотропных погодных условий следует рассматривать, в приоритетном порядке: понижение атмосферного давления более 10 мм.рт.ст. от климатической нормы или его резкие колебания, геомагнитную активность (К-индекс от 2 до 6 у.е.), увеличение напряженности электрического поля атмосферы (500 В/м и более), повышение температуры окружающей среды более 8°C.

В ходе исследования разработана математическая модель прогноза развития метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения, которая позволяет определить интегральный показатель вероятности развития метеопатических реакций, ранжируемый в единой четырехуровневой десятибалльной шкале.

Определено, что характер и выраженность метеопатических реакций организма зависит от индивидуальных особенностей функционального состояния организма, уровня функциональных и адаптивных резервов организма и факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний и их обострений.

Доказано, что коррекцию метеопатических реакций следует проводить с применением идентичных технологий восстановительной медицины (индивидуальные дозированные физические нагрузки, дыхательная гимнастика, выполняемая по специально разработанной методике схожей с механизмами гипергипоокситерапии и процедуры контрастной гидротерапии). Отличительной особенностью вышеуказанных процедур является возможность их выполнения без участия медицинского персонала, что может быть использовано в комплексных программах ежедневной профилактики развития метеопатических реакций. При этом, показатели гемодинамических характеристик кровотока (систолическое артериальное давление) и variability сердечного ритма (показатель активности регуляторных систем), для которых разработаны и широко представлены в торговых сетях портативные средства индивидуального пользования, являются предикторами эффективности применения технологий восстановительной медицины, направленных на снижение метеочувствительности у пациентов с болезнями системы кровообращения. При этом наиболее благоприятному прогнозу эффективности средств коррекции соответствует величина показателя активности регуляторных систем от

3 до 5 у.е. и уровень систолического артериального давления от 132 до 141 мм.рт.ст., в других случаях программа требует персонализированного подхода.

ВЫВОДЫ

1. Выполненные гигиенические, эпидемиологические и клинико-физиологические исследования по оценке влияния метеорологических и гелиогеофизических факторов на здоровье человека, а также по разработке немедикаментозных технологий, направленных на коррекцию проявлений метеочувствительности, позволили построить математическую модель развития метеопатических реакций организма у людей с распространенными болезнями системы кровообращения и лиц с высоким риском их возникновения, а также обосновать технологии их превентивной и восстановительной коррекции.

2. Метеочувствительные практически здоровые лица в 87,8% случаев имеют низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма и высокие риски развития распространенных болезней системы кровообращения, что может проявляться в повышенном артериальном давлении, увеличении уровня общего холестерина в плазме крови, индекса массы тела, в появлении признаков невротизации личности, а также в изменении показателей variability сердечного ритма, что, в свою очередь, может рассматриваться в качестве предикторов развития метеопатических реакций организма.

3. Метеопатические реакции, возникающие в дни с неблагоприятными погодными (повышение температуры окружающей среды, резкие колебания атмосферного давления, высокая влажность) и гелиогеофизическими (магнитные бури, увеличение электрической активности атмосферы) факторами, у большинства пациентов с болезнями системы кровообращения (90,3%) имеют взаимосвязь с низким уровнем функциональных и адаптивных резервов организма и проявляются в виде снижения показателей оценки самочувствия (77,2%), артериальной гипо- или гипертензии (58,8%), головных болей (37,6%), приступов стенокардии (29,7%), артралгий и миалгий (23,7%).

4. Пациенты, имеющие более низкий уровень функциональных и адаптивных резервов организма, выражающийся в высоком уровне реактивной тревожности, в виде повышенных значений индекса напряжения и показателя активности регуляторных систем по результатам анализа variability сердечного ритма, имели выраженные метеопатические реакции, которые проявлялись в виде снижения показателей оценки самочувствия (93,4%), признаков артериальной гипо- или гипертензии (75,6%) и мигреноподобной головной боли (47,7%).

5. Метеочувствительные лица с болезнями системы кровообращения имеют высокие риски развития обострений болезней системы кровообращения, таких как гипертонический криз, нарушение сердечного ритма, инфаркт миокарда, которые выражаются в изменении вариабельности сердечного ритма, в наличии признаков невротизации личности, в снижении толерантности к физической нагрузке, развитии нейроциркуляторной астении.

6. Основными биотропными погодными условиями по результатам проведенных исследований являлись:

- пониженное атмосферное давление (отклонение от климатической нормы более 10 мм.рт.ст.) и его резкие колебания - вызывают проявления метеопатии в виде развития артериальной гипо- или гипертензии (63,7%), снижения показателей оценки самочувствия (51%), а также приступов мигреноподобной головной боли (24%);

- увеличение напряженности электрического поля атмосферы (отклонение от границ нормы более 500 В/м) - характеризуется проявлениями артериальной гипо- или гипертензии (55%), снижением показателей оценки самочувствия (49%), мигреноподобными головными болями (24%), миалгиями различной локализации (16,8%);

- геомагнитные возмущения Земли (К-индекс от 2 до 6 у.е.) - сопровождаются метеотропными реакциями в виде мигреноподобной головной боли (46,3%), снижения показателей оценки самочувствия (30%), проявлениями артериальной гипо- или гипертензии (23%), а также приступов стенокардии (17%);

- повышение температуры окружающей среды (отклонение от климатической нормы более 8°C) – вызывает патологические реакции в виде снижения показателей оценки самочувствия (31%), проявлениями артериальной гипо- или гипертензии (20,6%).

7. Разработана математическая модель развития метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов в зависимости от градиента их отклонений от климатической нормы. Определена высокая информативность разработанной модели: специфичность – 71,5%, чувствительность – 88,6%, прогностичность положительного результата – 75,8%, прогностичность отрицательного результата – 85,8%.

8. Применение технологий восстановительной медицины в виде комплексной программы, включающей в себя индивидуальные дозированные физические нагрузки (терренкур), дыхательную гимнастику и контрастную гидротерапию на фоне базового санаторно-курортного лечения, способствует коррекции проявлений метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения, что подтверждается достоверным снижением индекса напряжения регуляторных систем с 561 [263÷789] у.е. до 218 [129÷315] у.е. и нормализацией значений интегрального показателя функционального состояния сердечно-сосудистой системы с 1,58 [0,98÷2,86] у.е. до 3,77 [2,34÷4,11] у.е.

9. Показатели систолического артериального давления и показатель активности регуляторных систем могут быть использованы в качестве предикторов эффективности применения корригирующих технологий восстановительной медицины, состоящих из индивидуальной физической тренировки, дыхательной гимнастики и контрастной гидротерапии. Полученная диагностическая модель (точность составила 83,3%), в виде уравнений дискриминантной функции позволяет прогнозировать эффективность применения технологий восстановительной медицины для коррекции метеопатических реакций организма:

$$F1 = 0,768 * \text{ПАРС} - 0,032 * \text{АД сист.} - 8,845,$$

$$F2 = -0,379 * \text{ПАРС} + 0,091 * \text{АД сист.} - 9,796.$$

Верификация полученной модели на группе пациентов с болезнями системы кровообращения подтвердила правильность проведенной классификации в 92,5% случаев.

10. Величина показателя активности регуляторных систем, определяемый в результате анализа вариабельности сердечного ритма от 3 до 5 у.е. и уровень систолического артериального давления от 132 до 141 мм.рт.ст. позволяют с большей долей вероятности прогнозировать высокую эффективность применения технологий восстановительной медицины для коррекции метеопатических реакций.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Созданная «Математическая модель развития метеопатических реакций организма у пациентов с болезнями системы кровообращения под влиянием неблагоприятных метеорологических и гелиогеофизических факторов» на основе анализа отклонений метеорологических показателей от климатической нормы в Московском регионе является универсальной и может быть рекомендована для

корректировки с учетом региональных особенностей в качестве базовой для использования в различных климатических зонах.

2. В качестве основных немедикаментозных технологий профилактики возникновения метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения (ИБС и Гипертоническая болезнь) следует применять комплекс, состоящий из дозированных контролируемых физических нагрузок (терренкура), контрастной гидротерапии и дыхательной гимнастики, предикторами эффективности применения которых являются: значения систолического артериального давления и показатель активности регуляторных систем, определяемый в результате анализа variability сердечного ритма.

3. Комплексные программы профилактики метеопатических реакций следует применять при резком колебании (более 10 единиц за сутки) атмосферного давления, температуры окружающей среды (более 8°C за сутки), а также при изменении напряженности электрического поля атмосферы на величину более 500 В/м за сутки.

4. Разработку индивидуальных программ профилактики развития метеозависимых заболеваний и их санаторно-курортного лечения возможно эффективно осуществлять на основе доступных технологий восстановительной медицины (дозированные физические упражнения, закаливающие процедуры, регуляторная дыхательная гимнастика, аутогенная тренировка, стресс-протекторное лечебно-профилактическое питание, локальное холодное воздействие, интервальные гипо- и гипероксические тренировки и другие технологии восстановительной медицины по показаниям).

5. Целесообразно на базе Центров здоровья и Центров медицинской профилактики формировать региональные регистры «метеочувствительных пациентов», которые в дальнейшем могут быть реализованы в рамках информационно-аналитической системы «Прогноза и коррекции метеопатических реакций».

6. У пациентов с болезнями системы кровообращения необходимо проводить вербально-коммуникативное обследование на предмет выявления метеопатических реакций в результате воздействия неблагоприятных погодных факторов и разработки программ персонализированной профилактики метеозависимых болезней системы кровообращения с применением технологий восстановительной медицины.

7. В связи с начавшимся интенсивным освоением Арктической зоны Российской Федерации и северных территорий в качестве перспективных являются исследования по

выявлению особенностей метеозависимости контингентов населения, постоянно или периодически проживающего в условиях I и II климатических поясов.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Универсальность полученной математической модели развития метеопатических реакций организма, позволяет проводить дальнейшие исследования в других климатических зонах и с участием пациентов различных нозологических групп.

Оценка воздействия экстремальных метеорологических и гелиогеофизических факторов также может быть изучена путем применения, изложенного в настоящем исследовании научного подхода, что может быть использовано в Арктической зоне Российской Федерации.

Разработанные комплексные оздоровительные программы, ввиду простоты их применения, могут быть в дальнейшем изучены в контексте их применения в домашних условиях.

Список работ, опубликованных по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Никифорова Т.И., Лебедева О.Д., **Яковлев М.Ю.**, Белов А.С., Рыков С.В. Лазерная терапия и оценка функциональных резервов в комплексном лечении больных артериальной гипертензией высокого и очень высокого дополнительного риска развития сердечно-сосудистых осложнений // **Лазерная медицина**. 2013. -17(2). - стр. 7-10.
2. Бобровницкий И.П., Бадалов Н.Г., Уянаева А.И., Тупицына Ю.Ю., **Яковлев М.Ю.**, Максимова Г.А. // Биотропные погодные условия и изменение времяисчисления как внешние факторы риска погодообусловленных обострений хронических заболеваний. **Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры**. - 2014. - 91(4). - стр. 26-32.
3. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Шашлов С.В. Автоматизированный мониторинг функциональных резервов организма и коррекция биологического возраста в обеспечении здорового активного долголетия человека // **Вестник восстановительной медицины**. 2016.- 1 (71). - стр. 65-68.
4. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Пузырева Г.А., Шашлов С.В., Банченко А.Д. Научные основы совершенствования системы организации здравоохранения и образования в сфере медицины окружающей среды, медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения // **Системный анализ и управление в биомедицинских системах**. - 2016. -15(3). - стр. 480-486.
5. Лебедева О.Д., **Яковлев М.Ю.**, Амбражук И.И., Банченко А.Д. Разработка инновационных методов оценки эффективности применения комплексных программ лечения гипертонической болезни // **Лазерная медицина**. -2016. - 20(1). - стр. 5-7.
6. Лебедева О.Д., Князева Т.А., Бокова И.А., **Яковлев М.Ю.**, Никифорова Т.И., Лебедев Г.А., Усмонзода Д.У. Применение новых диагностических и лечебных немедикаментозных технологий в реабилитации больных распространенными неинфекционными заболеваниями // **Физиотерапевт**. - 2017. - 1. - стр. 10-16.
7. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Уянаева А.И., Худов В.В., Банченко А.Д., Шашлов С.В. Методология персонализированной немедикаментозной профилактики распространенных метеозависимых заболеваний системы кровообращения как основа активного здорового долголетия у населения России // **Вестник восстановительной медицины**. - 2017. - 1 (77). - стр. 72-78.
8. Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.**, Нагорнев С.Н., Худов В.В., Скальный А.В., Рахманин Ю.А. Научные и организационно-методологические основы реализации приоритетных проектов

медицины окружающей среды как интегративного профилактического направления медицинской науки и практического здравоохранения // **Микроэлементы в медицине.** - 2017. -18 (2). - стр. 3-9.

9. **Яковлев М.Ю.,** Лебедева О.Д., Бобровницкий И.П., Михайлов В.И. Определение степени влияния погодных факторов на функциональное состояние пациентов с болезнями системы кровообращения // **Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.** – 2018. -7. -стр. 53-57.

10. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.,** Банченко А.Д. Влияние погоды на пациентов с болезнями системы кровообращения: главные направления исследований и основные проблемы // **Экология человека.** - 2018. - 6. - стр. 43-51.

11. Соколов А.В., Бобровницкий И.П., Стома А.В., **Яковлев М.Ю.,** Пузырева Г.А. Роль регулярных курсов санаторно-курортного лечения в профилактике метеочувствительности и повышении функциональных резервов организма // **Системный анализ и управление в биомедицинских системах.** - 2018. - 17 (2). - стр. 440-445.

12. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.,** Шашлов С.В., Банченко А.Д., Груздева А.Ю., Леви Д., Палумбо О. Перспективы исследований влияния метеорологических и геомагнитных параметров на заболеваемость и смертность населения // **Гигиена и санитария.** - 2018. - 97(11). - стр. 1064-1067.

13. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.,** Банченко А.Д., Нагорнев С.Н. Новый подход к анализу влияния погодных условий на организм человека // **Гигиена и санитария.** - 2018. - 97. (11). - стр. 1038-1042.

14. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.** Научные и организационно-методические подходы к формированию и реализации программ противодействия неблагоприятному воздействию глобальных изменений климата на здоровье населения Российской Федерации // **Гигиена и санитария.** - 2018. - 97(11). - стр. 1005-1010.

15. Груздева А.Ю., **Яковлев М.Ю.,** Датий А.В. Влияние климатических условий на организм человека. **Вестник восстановительной медицины.** 2019. № 3. С. 25-28.

16. **Яковлев М.Ю.,** Фесюн А.Д., Датий А.В. Анализ основных проявлений метеопатических реакций больных. **Вестник восстановительной медицины.** 2019. № 1 (89). С. 93-94.

17. Фесюн А.Д., **Яковлев М.Ю.,** Литвинюк Я.А. Перспективы развития санаторно-курортной отрасли Российской Федерации // **Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.** – 2020 – 97(4). - стр. 52-57.

18. Агасаров Л.Г., Яковлев М.Ю., Жернов В.А., Фролков В.К. Инновационные способы физического воздействия в лечебно-профилактических и реабилитационных целях // **Лечащий врач.** - 2020. - стр. 39-42.

В различных журналах, сборниках съездов, международных, всероссийских и региональных конференций

19. Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.,** Бадалов Н.Г., Уянаева А.И., Татарина Л.В. О влиянии системы времяисчисления на обращаемость за скорой медицинской помощью и субъективные показатели состояния здоровья населения в московском регионе // **Russian Journal of Rehabilitation Medicine.** 2013. -1. - стр. 15-27.

20. Лебедева О.Д., **Яковлев М.Ю.,** Никифорова Т.И., Усмонзода Д.У. Разработка адресных оздоровительных программ для реабилитации больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. Вопросы. Гипотезы. Ответы: Наука XXI века. коллективная монография. Научно-издательский центр Априори. - 2013. - стр. 182-208.

21. Лебедева О.Д., **Яковлев М.Ю.,** Банченко А.Д. Рискметрия сердечно-сосудистых заболеваний // **Кардиоваскулярная терапия и профилактика.** - 2014. - 13 (S2). - стр. 69.

22. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.,** Банченко А.Д., Леви Д., Палумбо О. Перспективные исследования влияния сезонных климатических факторов на заболеваемость и смертность, связанные с метеозависимой патологией. Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения. Материалы Пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. под редакцией академика РАН Ю.А. Рахманина. - 2015. -стр. 56-58.

23. Лебедева О.Д., **Яковлев М.Ю.,** Никифорова Т.И., Усмонзода Д.У., Рыков С.В. Эффективность реабилитации кардиологических больных. Профилактика 2015. научно-практическая

- конференция с международным участием. Сер. "Кардиоваскулярная терапия и профилактика; Специальный выпуск" Российское кардиологическое общество. – 2015. - стр. 49а-49б.
24. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д. Экологическая и восстановительная медицина: пути интеграции в целях совершенствования расчета риска развития, профилактики и лечения экологически зависимой патологии // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2016. -1. - стр. 38-47.
25. Разумов А.Н., Какорина Е.П., Бобровницкий И.П., Зубкова И.И., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.** Совершенствование методологии и организации деятельности центров здоровья // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2016. - 4. - стр. 3-34.
26. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Пузырева Г.А., Шашлов С.В., Банченко А.Д. Проблемы совершенствования системы организации здравоохранения и образования в сфере экологической и восстановительной медицины // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2016. -1. - стр. 19-37.
27. **Яковлев М.Ю.**, Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А. Основные принципы разработки математической модели метеопатических реакций организма на воздействие неблагоприятных погодных условий и рекомендаций по ее применению в персонализированной профилактике метеозависимых заболеваний системы кровообращения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2016. - 93 (2-2). - стр. 185-186.
28. Банченко А.Д., Уянаева А.И., Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.** Оценка влияния метеорологических факторов на развитие осложнений распространенных заболеваний системы кровообращения // Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий. материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых и специалистов, посвящённой 85-летию ФГБУ "НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина" Минздрава России. Под редакцией Ю.А. Рахманина. - 2016. - стр. 67-70.
29. **Яковлев М.Ю.**, Нагорнев С.Н., Уянаева А.И., Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А. Обоснование подходов к разработке математической модели изменений функционального состояния организма и их коррекции при неблагоприятном воздействии метеофакторов. Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий. материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых и специалистов, посвящённой 85-летию ФГБУ "НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина" Минздрава России. Под редакцией Ю.А. Рахманина. -2016. - стр. 569-575.
30. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Шашлов С.В., Банченко А.Д. Научно-методологические подходы к совершенствованию системы организации здравоохранения и образования в сфере медицинской реабилитации, санаторно-курортного лечения и медицины окружающей среды. Биомедицина XXI века: достижения и перспективы развития. РАЕН. - 2016. - стр. 53-61.
31. **Яковлев М.Ю.**, Уянаева А.И., Худов В.В., Шашлов С.В., Банченко А.Д., Нагорнев С.Н., Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А. Основные подходы к разработке математической модели изменений функционального состояния организма и их коррекции при неблагоприятном воздействии метеофакторов. Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека. материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ "Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина" Минздрава России. - 2016. - стр. 342-344.
32. Рахманин Ю.А., Леви Д., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Уянаева А.И., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д., Палумбо О. Перспективные направления изучения влияния геогелеофизических и метеорологических факторов на заболеваемость и летальность пациентов с распространенной патологией системы кровообращения. Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека. материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ "Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина" Минздрава России. - 2016. - стр.152-153.

33. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Соколов А.В., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д., Шашлов С.В., Худов В.В. Разработка информационных систем анализа риска развития распространенных неинфекционных заболеваний на основе оценки функциональных резервов организма // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2017. - 2. - стр. 39-53.
34. Лебедева О.Д., Бокова И.А., **Яковлев М.Ю.**, Ташполотов А.Э., Лебедев Г.А., Усмонзода Д.У. Состояние индивидуального уровня здоровья медицинских работников и его оценка как новое направление в профилактической медицине // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2017. - 16(S). - стр. 18a-18b.
35. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.** Медицина окружающей среды как методологическая основа организации санаторно-курортного лечения пациентов с экологически детерминированной патологией // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2017. - 94(S2). - стр. 124.
36. Салтыкова М.М., Бобровницкий И.П., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д., Нагорнев С.Н. Модельные исследования – необходимое звено в анализе влияния метеофакторов на организм человека // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения. Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. -2017. - стр. 421-423.
37. Груздева А.Ю., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д. Оценка влияния метеофакторов на обращаемость пациентов за медицинской помощью в неврологическое отделение поликлиники. Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения. Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. - 2017. - стр. 112-113.
38. **Яковлев М.Ю.**, Шашлов С.В. Диагностика и последующая коррекция повышенной метеочувствительности у пациентов с болезнями системы кровообращения // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2018. - 4. - стр. 37-44.
39. **Яковлев М.Ю.**, Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Банченко А.Д., Гозулов А.С. Психологический аспект влияния метеофакторов у пациентов с болезнями системы кровообращения // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. -2018. - 1. - стр. 32-38.
40. **Яковлев М.Ю.**, Салтыкова М.М., Банченко А.Д., Федичкина Т.П., Нагорнев С.Н., Худов В.В., Балакаева А.В., Бобровницкий И.П. Основные механизмы, обуславливающие развитие метеотропных реакций. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. -10. - стр. 187-192.
41. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Салтыкова М.М., **Яковлев М.Ю.**, Худов В.В., Банченко А.Д. Изучение влияния метеофакторов на состояние здоровья лиц с болезнями системы кровообращения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2018. 95(2-2). - стр. 30-31.
42. **Яковлев М.Ю.**, Шаталов Ю.Н. Перспективные направления информатизации системы охраны здоровья здорового человека. Медицина: практика и наука. Сборник научных трудов. - 2019. - стр. 82-83.
43. **Яковлев М.Ю.** Основные аспекты разработки математической модели развития метеопатических реакций. Актуальные вопросы медицины. Сборник научных трудов. - 2019. - стр. 41-44.
44. **Яковлев М.Ю.**, Бобровницкий И.П., Бадалов Н.Г. Научные и организационно-методические подходы к формированию и реализации программ противодействия неблагоприятному воздействию глобальных изменений климата на здоровье населения Российской Федерации. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019. Т. 18. № S1. стр. 172-173.
45. Русаков Н.В., Бобровницкий И.П., Калинина Н.В., Русакова Е.В., Гапонова Е.Б., Банин И.М., **Яковлев М.Ю.**, Балакаева А.В. Атмосферное электричество и результаты исследований ионного режима в помещениях медицинских организаций стационарного типа. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 5. стр. 72-76.

46. Badalov N.G., **Yakovlev M.Y.**, Mukhina A.A., Borodulina I.V., Bobrovnitsky I.P. Meteoropathic reactions study health care needs depending on weather conditions // Acta Balneologica. 2019. T. 61. № 2 (156). стр. 107-108.
47. **Яковлев М.Ю.**, Шашлов С.В. Оценка метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения // Московская медицина. 2019. № 6 (34). стр. 112.
48. **Яковлев М.Ю.** Анализ метеорологических характеристик московского региона. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019. № 4. стр. 87-97.
49. **Яковлев М.Ю.**, Пономарева А.В., Распертов М.М. Определение метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019. № 3. стр. 90-97.
50. **Яковлев М.Ю.**, Шаталов Ю.Н. Метеочувствительность у пациентов с болезнями системы кровообращения. Медицина: практика и наука. Сборник научных трудов. -2019. - стр. 20-21.
51. Бадалов Н.Г.О., Мухина А.А., Уянаева А.И., Бородулина И.В., **Яковлев М.Ю.**, Марфина Т.В., Шаталов Ю.Н. Аэротерапия. Учебное пособие для подготовки по программе ординатуры по специальности 31.08.50 «Физиотерапия». Москва, 2019.
52. Лебедева О.Д., Бадалов Н.Г.О., **Яковлев М.Ю.**, Ачилов А.А., Белов А.С., Мухина А.А., Марфина Т.В., Распертов М.М. Современные методы реабилитации пациентов с артериальной гипертензией. Учебное пособие для подготовки по программе ординатуры по специальности 31.08.19 «Педиатрия». Москва, 2019. (2-е издание).
53. **Яковлев М.Ю.** Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения и построение математической модели развития метеопатических реакций. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2020. № 1. С. 42-53.
54. **Яковлев М.Ю.**, Фесюн А.Д., Мельникова Е.А., Кончугова Т.В., Лобанов А.А., Андронов С.В. Выявление и профилактика метеопатических реакций у пациентов с болезнями системы кровообращения и лиц с высоким риском их развития в условиях санаторно-курортного лечения. Учебное пособие для подготовки ординаторов по специальности 31.08.50 «Физиотерапия»/ Москва, 2020.
55. **Яковлев М.Ю.**, Фесюн О.А., Бунтин Д.В. Метеопатические реакции у пациентов с болезнями системы кровообращения. В книге: Современные аспекты внедрения инновационных технологий в медицинскую практику. Сборник статей и кратких сообщений по материалам докладов научно-практической конференции. 2020. стр. 22-24.
56. Туманова Н.Ф., Фесюн О.А., Бунтин Д.В., **Яковлев М.Ю.** Информационно-аналитическая система управления рисками здоровью пациентов. В книге: Современные аспекты внедрения инновационных технологий в медицинскую практику. Сборник статей и кратких сообщений по материалам докладов научно-практической конференции. 2020. С. 56-58.
57. Агасаров Л.Г., Бокова И.А., Кончугова Т.В., **Яковлев М.Ю.** Современные технологии восстановительной медицины Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. Т. 97. № 6-2. стр. 16-17.

Главы в книгах и учебниках

58. Разумов А.Н., Уянаева А.И., Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Банченко А.Д. Разработка и внедрение информационных технологий оценки и прогнозирования влияния неблагоприятных погодных условий на состояние здоровья населения // Здоровье здорового человека. Научные основы организации здравоохранения, восстановительной и экологической медицины. - 2016. - стр. 225-234.
59. Разумов А.Н., Кокорина Е.П., Бобровницкий И.П., Зубкова И.И., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.** Центры здоровья: стратегия совершенствования методологии и организации деятельности В книге: Здоровье здорового человека. Научные основы организации здравоохранения, восстановительной и экологической медицины. Руководство. Москва, 2016. стр. 172-180.
60. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., **Яковлев М.Ю.**, Семенов Ю.Н., Банченко А.Д., Шашлов С.В., Худов В.В. Методы и аппаратно-программные комплексы анализа риска развития распространенных неинфекционных заболеваний на основе оценки функциональных резервов организма // Здоровье здорового человека. Научные основы организации здравоохранения, восстановительной и экологической медицины. - 2016. - стр. 187-193.