



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

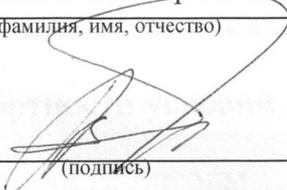
На тему Анализ влияния метеорологических факторов на человека

Исполнитель Отдельнов Игорь Юрьевич  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)

кандидат географический наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич  
(фамилия, имя, отчество)

«11» 06 2019 г.

Санкт-Петербург  
2019

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Воздействие атмосферы на человека .....	5
1.1 Влияние факторов внешней среды на организм человека .....	5
1.2 Понятие метеотропности .....	11
1.3 Биологические ритмы .....	17
1.4 Процессы адаптации и акклиматизации .....	21
Глава 2. Оценка погоды для медицинских целей .....	23
2.1 Биоклиматические индексы .....	24
2.2 Индекс патогенности погоды .....	29
2.3 Интегральный показатель нагрузки .....	34
Глава 3. Оценка взаимодействия метеорологических факторов на организм человека в различных климатических условиях .....	38
3.1 Оценка степени комфортности условий для человека.....	38
3.2 Оценка индекса патогенности погоды.....	40
3.3 Оценка интегрального показателя нагрузки метеофакторов на организм человека.....	44
Заключение .....	46
Список использованных источников .....	48
Приложения .....	49

## Ведение

Эволюция человека происходила в тесном общении с природой. Среда обитания и человек связаны тысячами нитей и находятся в постоянном взаимодействии. Внешние факторы, особенно климатические, превратились в необходимые для организма раздражители.

Человек издавна заметил связь между явлением природы и своим самочувствием. Однако понадобились тысячелетия для того, чтобы человек, вначале слепо приклонявшийся перед силами природы, от случайных наблюдений и примитивных умозаключений, перешел к более пристальному изучению действия климато - погодных факторов на организм и сделал вывод

О биологической значимости климата. Еще Гиппократ отмечал, что «болезни протекают различно в разных странах и условиях жизни», и что «есть такие болезни, которые в определенные времена встречаются чаще или ухудшаются».

Таким образом, возникновение медицинской метеорологии как науки обусловлено потребностями человека.

Несмотря на то, что за последнее время человек все сильнее изменяет окружающую природу, и все более отделяется от нее, вопрос о влиянии погодно-климатических условий на организм человека привлекает внимание все большего числа различных специалистов, - врачей, климатологов, математиков, физиков, химиков, биологов и других. Главной причиной такого интереса может быть изменение экологической ситуации в масштабах планеты. К тому же, к уже исследуемым биометеорологическим проблемам влияния на человека основных метеофакторов в двадцатом веке прибавились новые, связанные с электрическим и магнитным полями, а также с влиянием космоса и солнечной активности.

Важность изучения проблем влияния климата на здоровье человека подтверждается тем, что в последние годы эти вопросы обсуждались на различных конгрессах и конференциях. Однако до последнего времени ряд направлений еще не нашел должного разрешения.

Сущность медицинской климатологии заключается в выяснении биологической значимости погодно-климатических факторов, в определении характера их действия на живые существа и возможности использования различных форм энергии природных явлений для укрепления жизненных сил организма.

Медицинская климатология служит практическим целям медицины. Опираясь на знание общих механизмов действия климатических факторов, можно правильно использовать благоприятное воздействие этих факторов для укрепления здоровья и лечения болезней.

Использование климата в медицинских целях поистине неисчерпаемо: оно способствует наиболее полному физическому развитию детей, повышению биологической сопротивляемости взрослых и повышению их долголетия, а также увеличению эффективности труда и отдыха.

Эффективность применения климатических факторов с лечебными, оздоровительными и профилактическими целями зависят от правильной организации, от соблюдения всех методических установок, связанных с назначением, проведением и оценкой воздействия климатолечения. В связи с этим, важное значение приобретает современная биометеорологическая информация.

Целью работы является анализ влияния погодно-климатических факторов на организм человека в средней полосе России (г. Алексин, Тульской области) на основе биоклиматических индексов.

# Глава 1. Воздействие атмосферы на человека

## 1.1 Влияние факторов внешней среды на организм человека

Воздействие факторов внешней среды вызывает ответные реакции организма человека. Природные факторы являются естественными раздражителями. Они влияют практически на все рецепторные приборы организма человека, вовлекая в реакцию самые различные уровни структурно функциональной организации: от молекулярных и клеточных до органных и организменных, от периферических нервных приборов до психоэмоциональной сферы.

Остановимся кратко на основных природных факторах внешней среды, воздействующих на человека. Выделяют три группы факторов: теллурические (земные), атмосферные (метеорологические), космические (радиационные) [1]. Теллурические факторы, которые включают в себя особенности подстилающей поверхности, геологический характер почвы, покрывающую ее растительность, водоемы, рельеф, оказывают влияние на организм человека посредством изменения хода метеорологических и радиационных факторов.

Важной частью окружающей среды является атмосфера, с которой человеческий организм должен находиться в постоянном контакте для объяснения необходимого равновесия и функционирования всех жизненных органов (процессов). Особенностью метеорологических факторов является их весьма сложная физико-химическая структура. Атмосфера, как и человеческий организм, представляет собой сложный механизм. Комплексные исследования по биометеорологии и биоклиматологии показывают, что для полноты описания атмосферной среды, непосредственно влияющей на человека необходимо учитывать температуру воздуха, влажности, давление, движение воздуха, солнечную радиацию, осадки (тип и интенсивность), состав воздуха [2, 16]. Рассмотрим некоторые из этих факторов.

Температура окружающей среды является основным фактором, раздражающим нервные окончания поверхностных частей тела. Температура

определяется преимущественно солнечной радиацией, а также процессами общей циркуляции в атмосфере и физико-географическими условиями данной местности. Изменение теплового режима атмосферы вызывает соответствующее изменение теплообмена человека с окружающей средой [8].

Температура является одним из самых важных метеопатических факторов. Изменением температуры окружающей среды сейчас же отвечают изменения в биохимических процессах, протекающих в клетках человеческого тела. От температуры зависят глубина и частота дыхания, скорость циркуляции крови, характер кроветворения, снабжение кислородом клеток и тканей и, значит, интенсивность окислительных реакций, а также особенности углеводного, солевого, жирового и водного обмена, работа мышц. Наиболее неблагоприятное влияние на организм человека могут оказывать экстремальные (минимальные или максимальные) температуры, способствующие развитию ряда патологических состояний.

Так при жаре наблюдается значительное расширение периферических кровеносных сосудов, учащения дыхания и пульса, увеличение минутного объема сердца. Сильная жара может привести к сердечной недостаточности или возможен тепловой удар, при котором часто наблюдаются бессознательное состояние, а иногда бред и судороги.

При низких температурах воздуха, наоборот, наблюдается сужение периферических сосудов, количество циркулирующей крови уменьшается, теплоотдача замедляется. Под влиянием холода может быть рефлекторно нарушено кровообращение слизистых оболочек (даже если холодному раздражению подвергся небольшой участок кожи). Это приводит к ослаблению сопротивляемости организма, а так же улучшает условия для размножения и патогенного воздействия микроорганизмов.

Но существует зона таких температурных условий внешней среды, которые вызывают у человека субъективно хорошее теплоощущение без признаков охлаждения или перегрева - это зона температурного комфорта. Ее границы при умеренной влажности и неподвижности воздуха для здорового человека в

спокойном состоянии находятся в пределах от 17 до 3 и 21 до 7 °С - для обнаженного человека и от 16 до 7 и 20 до 6 - для человека, одетого в костюм или шерстяное платье. Границы зоны комфорта могут существенно меняться в зависимости от места жительства (у жителей севера - ниже, у жителей юга - выше), а также от заболевания (у больных обычно выше, чем у здоровых).

Большое воздействие на человека оказывает также межсуточная изменчивость температуры. Изменение среднесуточной температуры на 1 - 2°С считается слабым, на 3 - 4 °С умеренным, более чем 4°С - резким. Классическим примером является случай в Санкт-Петербурге, когда в течение одной январской ночи 1780-го года произошло повышение температуры воздуха от -43 до +6°С, что привело к заболеванию гриппом 40 тысяч человек.

Наряду с температурой значительно влияние на организм оказывает влажность. Наиболее часто на практике используют относительную влажность воздуха, так как ее изменения могут непосредственно ощущаться человеком. Воздух считается сухим при относительной влажности до 55%, умеренно сухим при 56 - 70%, влажным - при 71 - 85%, очень влажным (сырым) при относительной влажности свыше 85%.

Наиболее благоприятны для человека условия, когда относительная влажность воздуха равна 50%, а температура воздуха находится в диапазоне 16 - 18°С. При повышении влажности воздуха, мешающий испарению с поверхности тела человека, тяжело переносит – жара и усиливает действие холода.

При понижении температуры, содержащаяся в воздухе влага конденсируется и образуется туман. В промышленных районах туман может поглощать токсичные газы, которые вступают в химические реакции с водой и образуют сернистые вещества, что может привести к массовым отравлениям населения. В районах эпидемий капельки тумана могут содержать возбудители заболеваний. При большой влажности опасность воздушной инфекции выше, так как капельки влаги обладают большей способностью к диффузии, чем сухая пыль, и, следовательно, могут попадать в самые отдаленные участки легкого.

Биологические реакции организма зависят и от облачности, которая влияет на световой режим, является причиной выпадения осадков, нарушающих суточный ход температуры и влажности воздуха. Именно эти два фактора, если они ярко выражены, могут оказывать неблагоприятное влияние на организм при облачной погоде.

Осадки в основном играют положительную санитарную роль: они очищают воздух, смывают пыль, тем самым, уменьшая инфекционные заболевания. Однако разнообразно влияние ветра, который выступает в роли вынужденной конвекции, которая благоприятна для человека, если ветер теплый, и неблагоприятна, если холодный.

При низких температурах ветер усиливает теплоотдачу, что может привести к переохлаждению организма. Чем ниже температура воздуха, тем тяжелее переносится ветер. Зимой ветер понижает сопротивляемость организма. В жаркое время ветер усиливает испарение с поверхности тела человека и улучшает его самочувствие, то есть способствует сопротивляемости организма.

Сильный ветер, оказывая давление на поверхностные ткани организма, утомляет, раздражает нервную систему, затрудняет дыхание. Небольшой ветер оказывает тонизирующее, стимулирующее влияние на человека.

Велико воздействие фена, которое выражается в появлении головной боли, беспокойства, шума в ушах, головокружения.

При сильных ветрах в воздух поднимаются капельки воды с поверхности различных водных объектов, с этими каплями в воздух попадают микробы. Так распространяются инфекционные болезни из инфицированных водных объектов. Поэтому роль эпидемиологического фактора может играть морозящий дождь.

Наиболее неопределенное влияние на самочувствие человека оказывает атмосферное давление.

Существует гипотеза, что понижение атмосферного давления является причиной различного рода патологических природных реакций, возникающих у человека (подавляет настроение, снижает трудоспособность и многое другое).

Но так как изменение атмосферного давления сопровождается и сдвигами и ряда других метеорологических величин, то приписывать возникновение реакции только давления вряд ли правильно. Об этом говорит и тот фактор, что возможно появление реакции до изменения давления. Очевидно, что в биометеорологических исследованиях следует учитывать влияние атмосферного давления в комплексе с другими метеоэлементами, а также с крупномасштабными атмосферными процессами.

Значительное влияние на реакции в организме человека оказывает динамические процессы в атмосфере. Существует взаимосвязь между прохождением фронтов и метеотропными реакциями. С происхождением фронтов связаны мигрени, а также увеличение ревматических приступов. Часто описывалась реакция изменения состава крови после прохождения фронта. Во время прохождения холодных фронтов удлиняется время свертывания крови. Наиболее чувствительные к погоде больные, страдающие сердечнососудистыми заболеваниями, более всего реагируют на прохождение холодных фронтов и неустойчивые процессы восходящего движения. Больные бронхиальной астмой реагируют на прохождение холодных фронтов и на турбулентность в нижнем слое атмосферы. Коэффициент смертности увеличивается при прохождении холодного фронта и при увеличении процессов восходящего скольжения и турбулентности.

Антициклонические процессы оказывают биотропное влияние лишь в тех случаях, когда они сопровождаются инверсиями нисходящего скольжения. Наблюдение за эпидемиями гриппа показали, что инверсии способствуют распространению инфекции.

Сильное влияние на человеческий организм оказывают также космические факторы, к которым относятся различные виды радиации, поступающие к земной поверхности. Солнечное излучение является первопричиной всех процессов в атмосфере и на Земле, источником жизни. Солнечная радиация имеет сложнейший спектральный состав и оказывает выраженное биологическое

влияние на человека. Хотя биологическое действие всех видов радиации различно.

В ультрафиолетовой части спектра видимый свет и инфракрасная радиация образуют участок спектра с 99% суммарной солнечной радиации, идущей от Солнца и достигающей земной поверхности. Этот участок имеет самое большое значение для жизни на Земле. В процессе адаптации живых организмов к окружающей среде энергия, содержащаяся в этом участке, используется организмами не только для их питания путем фотосинтеза, но и прямым способом - в некоторых процессах обмена веществ, например в синтезе витамина D в кожных покровах человека. Очевидно, что ультрафиолетовая радиация и видимый свет могут из-за длительного воздействия или очень большой интенсивности (например, в горах) являться причиной патологической реакции на них, живых организмов. Это может быть солнечный ожог, рак кожи и чрезмерное ороговение. Многие авторы считают, что ультрафиолетовое излучение изменяет естественные свойства белка роговицы. Предполагается, что инфракрасное излучение имеет такое же воздействие на белок.

Экспериментальные исследования показали, что солнечное облучение тормозит развитие атеросклероза (снижается уровень холестерина и липидов крови) и гипертонической болезни.

Продолжительное отсутствие внешнего действия ультрафиолетового излучения приводит к световому или солнечному «голоданию». При этом понижается умственная и физическая работоспособность, а также выносливость организма к различным неблагоприятным условиям, ухудшается течение хронических болезней. Возможно размягчение костей или их повышенная хрупкость. У детей может развиваться рахит. Состояние ультрафиолетовой недостаточности - весьма распространенное явление. Оно постоянно наблюдается у жителей обширных районов субтропической и арктической зон восточного и западного полушарий, нередко встречается в средней полосе умеренного пояса, а иногда и в южных районах вследствие бытовых или производственных условий изоляции от солнечного света.

Таким образом, действие солнечного облучения при разных заболеваниях может быть различным, отражая особенности развития данного заболевания.

Особо большое значение во влиянии на живые организмы придают солнечной активности. В понятие солнечной активности входят процессы, происходящие в различных сферах Солнца (например, образование «темных» пятен на поверхности Солнца, которые являются продуктом термоядерных реакций, происходящих в недрах Солнца). С изменением солнечной активности связывают развитие различного рода сосудистых катастроф - инсультов, инфарктов миокарда. Усиление солнечной активности ведет за собой быстрое изменение магнитного поля, также связывают возникновение различных патологических явлений, вплоть до смертельных исходов, особенно у больных, сердечнососудистыми заболеваниями.

Все эти факторы, находясь в тесной связи, друг с другом и образуют различные варианты погоды и влияют на организм человека не изолированно, а комплексно.

## 1.2 Понятие метеотропности

Реакции, возникающие в организме человека в ответ на неблагоприятные условия погоды и проявляющиеся в различных патологических сдвигах от субъективно неприятных ощущений до обострения имеющихся заболеваний или развития новых, называется метеотропными [5].

Возникновение реакций обусловлено предрасположенностью организма, состоянием метеостабильности, связанным с недостаточностью адаптационных механизмов, которые зависят от возраста человека, тяжести протекания болезни, контрастности смен климатических районов и других факторов, ослабляющих состояние организма.

Организм человека находится в постоянном равновесии с окружающей средой. Громадный диапазон физиологических механизмов уравнивания позволяет большинству здоровых людей приспособляться без заметных расстройств к любой погоде, связанной с динамикой ее в одном пункте или с пере-

ездом из одного пункта в другой с другими климатическими условиями. При этом повышенная чувствительность здоровых людей к перемене погоды проявляется ухудшением настроения, снижением работоспособности. Эти реакции у здоровых людей протекают в пределах индивидуального диапазона адаптации, а у людей больных могут развиваться явления дизадаптации от ранних предпатологических состояний до выражения форм дизадаптационного метеоневроза. Больные люди на резкие смены погодных условий чаще всего реагируют общим недомоганием и ухудшением течения основного заболевания.

Степень выраженности патологических реакций зависит не только от индивидуальных особенностей состояния организма человека, но и от характера изменения погоды. Все исследователи пришли к выводу, что на организм человека существенное влияние оказывают не обычный ход отдельных метеовеличин, а частные непериодические изменения погоды в целом, хотя отдельные величины в отдельных случаях могут быть ведущими. При этом имеют значения как резкие колебания метеорологических элементов и их комплексов, так и относительность силы раздражителя. Этим, например, объясняется тот факт, что на фоне изнеживающего климата южного берега Крыма весьма малые абсолютные значения колебаний метеорологических элементов способны вызвать не меньшие субъективные проявления метеотропных реакций, чем в условиях сурового климата Заполярья. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных климато-погодных факторов снижается у лиц, длительно живущих в обстановке, исключающей или резко ограничивающей воздействие погодных факторов, особенно солнечных лучей.

Региональные особенности климато-погодных факторов, определяющие специфику проявлений метеотропных заболеваний (реакций); массовые миграции больших контингентов населения в контрастные климато-географические районы с трудовыми и рекреационными целями с помощью авиации (смена часовых поясов) послужили основанием для классификации метеотропных реакций, которую предложил Н.Р. Деряпа. [6] По данной классификации метеотропные болезни подразделяются на:

- региональные;
- метеотропные реакции как обострение и факторов риска любых патологических процессов у гелиометестабильных лиц;
- болезни, обусловленные климато-географическими контрастами при быстрых перемещениях человека, в том числе со сменой часовых поясов.

В своей работе Н.Р. Деряпа подробно рассмотрел региональные метеотропные болезни. Так, например, для полярной зоны типичной является холодовая болезнь (местные и общие охлаждения). Доказана отягачающая роль климато-географические факторов Севера в развитии таких патологий, как «северная пневмония», «северная артериальная гипертензия малого круга кровообращения», гипертоническая болезнь, атеросклероз, заболевание центральной и периферической нервной системы.

Суровость климато-погодных факторов, быстрота переходов от одного сезона к другому играют отрицательную роль в формировании различных болезней.

Среди полярников в Антарктиде выявлен широкий спектр заболеваний. Первое место среди них занимают травмы. Второе место занимают болезни зубов и полости рта, третье - заболевание кожи и подкожной клетчатки.

В условиях высокогорья ведущим биотропным фактором является гипоксическая гипоксия, обусловленная прогрессирующим снижением содержания кислорода в атмосфере с увеличением высоты над уровнем моря.

Наиболее типичной метеотропной болезнью в условиях высокогорного климата является горная болезнь, обязательно возникающая при переезде из равнинной местности в горы. Основные ее симптомы обусловлены степенью адаптации к недостатку кислорода. Постоянные жители этих районов имеют генетически закрепленные механизмы адаптации и могут длительно проживать на больших высотах. Среди заболеваний, специфических для высокогорья, отличаются отек легких после быстрого подъема с долин, а также хроническую горную болезнь. Для постоянных жителей высот более 3000 метров характерна высокогорная легочная гипертензия, развитие легочного, сердца.

Следовательно, для высокогорья характерно наличие ряда метеотропных болезней. Однако такие особенности горного климата как обильная ультрафиолетовая радиация, резкие смены ночных и дневных температур, обилие света и другие накладывают свой отпечаток на физиологию и патологию человека. Известно, что условия горного климата обладают лечебно-оздоровительными свойствами, при некоторых патологиях (бронхиальная астма, анемия и другие). Поэтому не случайно развитие нового направления - горной медицины.

Климатическими особенностями аридной зоны являются- длительный период высоких температур воздуха, существенные изменения температурного режима, низкая влажность воздуха, обильная солнечная радиация и другие факторы, влияющие на организм больного и здорового человека.

В условиях аридной зоны наибольшее напряжение испытывают сердечно - сосудистая система и водно-солевой обмен. Из метеотропных заболеваний для данной зоны характерными являются тепловой удар, тепловое истощение, вызванное дефицитом соли, солнечные ожоги. В аридной зоне относительно чаще возникают злокачественные опухоли кожи как следствие длительной избыточной инсоляции.

По сравнению с жителями умеренного климата, как отмечается в работе, среди местного населения аридной зоны наблюдается несколько повышенная сердечнососудистая патология, большая частота почечнокаменной болезни. В жаркий период отмечается подъем желудочно-кишечных и кожных заболеваний.

Особо следует отметить влияние аридного климата в сочетании с интенсивной солнечной радиацией на теплообмен человека. Многомесячное действие этих факторов обуславливает развитие хронического перегрева организма. При этом отмечается незначительное повышение температуры тела, снижение артериального давления, ухудшение функциональных показателей сердца. Хроническое перегревание сопровождается постоянной жаждой, развитием апатии, вялости, сонливости. Все это резко снижает работоспособность. Однако следует отметить, что у жителей аридной зоны по сравнению с населением умеренного

климата ниже уровень простудных, ревматических и некоторых других заболеваний.

Для тропической зоны характерным является постоянное сочетание жаркого климата и высокой влажности. Практическое постоянство температуры воздуха (27 - 30°C) в течение года, очень высокая абсолютная (около 30 гПа) и относительная влажность (от 85 до 87%) сильно затрудняют теплоотдачу. Всякое мышечное или нервное напряжение, приводящее к повышению теплопродукции, нарушает тепловой баланс человека. Для тропиков характерно исключительно высокое напряжение физической терморегуляции.

Метеотропные болезни, характерные для тропической зоны напоминают болезни аридной зоны: тепловой обморок, тепловое истощение, из-за постоянного дефицита хлористого натрия. Однако условия формирования этих патологических состояний оказываются более тяжелыми вследствие значительных нарушений физической терморегуляции при проживании и работе в данной зоне.

Разнообразие климато-погодных условий, характерное для зоны морского климата, не позволяет выделить какие-то метеотропные болезни. Адаптация человека к условиям морского климата по своему характеру неоднозначна и определяется своеобразием физических свойств, климатообразующих факторов различных географических зон Земли, а также химическими свойствами морского воздуха. В условиях климата морей высоких широт ведущую роль играют факторы переохлаждения вместе с длительным периодом световой и ультрафиолетовой недостаточности.

В морях низких широт преобладают факторы перегревания и избыточности ультрафиолетовой радиации. В зоне умеренных широт характер адаптивных реакций постоянно меняется соответственно сезонам года.

Весьма специфично воздействие на организм летнего и зимнего муссонов в прибрежных регионах Дальнего Востока. В частности, из-за частых пасмурных погод в теплое время года здесь существенно снижается интенсивность ультрафиолетовой радиации, что отрицательно сказывается на течении различных заболеваний.

Таким образом, проживание человека в различных географических районах Земли сопровождается формированием достаточно специфических региональных метеотропных болезней.

Еще один тип метеотропных болезней - это болезни, обусловленные климато-географическими контрастами. Этот тип болезней привлек внимание в связи с развитием авиации, позволяющей в короткие сроки перемещаться человеку в контрастные, по сравнению с привычными условиями проживания, климато-географические зоны. Наиболее типичны эти реакции у людей, занимающихся экспедиционно-вахтовым трудом. Возможно их развитие и у больных, прибывающих на курортное лечение из отдаленных местностей.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что причины, способствующие развитию метеотропных реакций, весьма разнообразны. Это и быстрая и контрастная (апериодическая) смена погодных условий и слагающих их элементов (изменение атмосферного давления, влажности и температуры воздуха, большие скорости ветра, осадки и другое), и прохождение факторов, и установление циклонов и антициклонов, а также изменения геоморфического характера (возмущения Солнца, магнитные бури, изменение атмосферного электричества).

Наиболее выраженное влияние на организм, по наблюдению Т.И.Андроновой [2], оказывали определенные значения факторов внешней среды: температура воздуха меньше нуля градусов по Цельсию; относительная влажность выше 85%; увеличение атмосферного давления выше 1020 гПа и падение его ниже 1005 гПа; скорости ветра больше 8 м/с.

При изучении метеопатических реакций, обращают на себя внимание следующие факторы: у первых, метеостабильных, метеопатические реакции наступают задолго до изменения погоды; у вторых, метеопатические реакции могут возникать и после изменения погодных условий; у третьих - малочувствительных лиц метеопатические реакции возникают и в том случае, когда они находятся в помещении, огражденные от воздействия ветра, резких изменений температуры и влажности воздуха.

Было установлено, что теплый фронт в весенний и летний периоды вызывают максимальное число скоропостижных смертей от инфаркта миокарда, инсульта головного мозга в дни прохождения фронта, а зимой и осенью на второй день после его прохождения.

По данным Т.И. Андроновой частота смертей достигает максимум . на первые и вторые сутки после геомагнитных возмущений.

По исследованиям, проведенным Г.Д. Латышевым [3], при прохождении холодного фронта число реакций у больных туберкулезом увеличивается на 30% за два - три дня до прохождения фронта и спустя четыре дня после.

Частота сердечной боли возрастает в два-три раза на следующий день после резкого повышения атмосферного давления.

Хорошо известны случаи, когда больные могут предсказывать погоду на основании развивающихся у них патологических реакций. Это можно объяснить тем, что электрические разряды в атмосфере, сопровождающиеся грозами и прохождением холодных фронтов, порождают импульсное электромагнитное поле. Электромагнитные импульсы распространяются со скоростью света и улавливаются с дальних расстояний. Таким образом, опережая изменение основных метеорологических факторов при прохождении фронтов, они могут вызвать различного рода метеопатические реакции до видимого изменения погоды, чем и объясняется появление данных реакций как предвестника ухудшения погоды.

Рассмотренные материалы свидетельствуют о существовании различных метеотропных болезней организма человека. Их некоторые особенности, и прежде всего, связь с климатическими факторами, достаточно очевидна. Дальнейшее исследование этих заболеваний и реакций будет способствовать улучшению их прогнозирования и профилактики.

### 1.3 Биологические ритмы

Мы живем в пространстве, и во времени, где все земные и космические явления изменяются циклично. Живая природа за долгую историю своего

существования приспособлялась к ним, выработав ритмическую смену всех жизненных процессов. Ритмические изменения всех физиологических функций присуще всем живым организмам. Биологические ритмы - это проявление общего закона существования и развития органического мира.

Ритмически изменяющиеся функции различных физиологических процессов позволяют организму адекватно реагировать на постоянно меняющиеся условия внешней и внутренней среды, то есть адаптироваться. Особенно важное адаптивное свойство биоритмов заключается в возможности взаимодействия организма с внешней средой по принципу опережающего отражения действительности. В реализации этого принципа существенная роль принадлежит стабильности циклическим процессам, протекающим в окружающей среде в виде сезонного и суточного хода основных метеорологических параметров. Таким образом, внешние факторы играют роль регуляторов (синхронизаторов) ритмов организма.

Временная последовательность физиологических функций и процессов в организме, выработанная всем ходом эволюции, является предпосылкой здоровья и работоспособности. Многочисленные эксперименты и клинические данные свидетельствуют о необходимости учета сезонных и суточных ритмов, синхронизаторами которых являются свет, метеорологические и гелиофизические факторы среды.

В настоящее время прослежены биологические ритмы, связанные с вращением Земли по отношению к Луне, по отношению к звездам и зависящие от двадцати семидневного цикла, за время которого Солнце делает один оборот вокруг своей оси, а также синхронные периодическим изменением солнечной активности и сменами фаз Луны.

Все органы человеческого организма работают строго ритмично. В человеческом теле насчитывают около ста процессов, подчиняющихся строгому циркадному ритму.

В различных климатических условиях сезонные циклические колебания в человеческом организме протекают по-разному.

Так, по многочисленным наблюдениям медиков в городе Сочи содержание гемоглобина и количество эритроцитов, а также максимальное и минимальное давление крови в холодный период года увеличивается у людей на 15 - 20% по сравнению с теплым.

Исследования, проведенные в другом южном районе - Ташкенте, показали, что частота пульса у женщин и мужчин неодинаково, здесь реагирует на изменение окружающей среды по ее законам. У женщин летом меньше чем зимой, а у мужчин наоборот.

Многолетние наблюдения в Киеве, где исследовано было около четырех тысяч человек, привели к выводу, что у местных жителей максимум гемоглобина в крови наблюдается в начале весны у мужчин, а у женщин в разгаре зимы (в январе). Минимизм наблюдается соответственно в августе у мужчин, а в июле у женщин.

В условиях севера наибольший процент гемоглобина в крови найден летом, а наименьший - зимой и в начале весны.

Испытывают колебания на протяжении года и чувствительность кожи к ультрафиолетовой радиации (лучам): зимой она больше, чем летом и по некоторым данным на юге меньше, чем на севере.

Даже количество крови в теле одного и того же человека не постоянно, а колеблется на протяжении года: увеличивается в теплый период и уменьшается в холодный.

Отмечено, что психические заболевания также протекают циклично с ухудшением и улучшением состояния кратным целому числу суток.

Так же установлено, что многие инфекционные и хронические болезни имеют определенную цикличность. Известно, что воспаление легких, плеврит, бронхит, грипп, ангина чаще бывают в холодное и неустойчивое время года, когда под действием резких понижений температуры падает и устойчивость организма к болезнетворным микроорганизмам.

Сердечнососудистые заболевания тоже обостряются в холодный период, так как неустойчивая и изменчивая погода плохо переносится этими больными.

Результатами многих исследований доказано, что большое количество заболеваний объединяет общее - рассогласованность функций организма между собой и внешними датчиками времени. Эти патологические состояния десинхрозы. Десинхроз оказался постоянным спутником любого заболевания, любого нарушения здоровья, любого вида стресса.

Десинхроз имеет несомненное значение при сердечнососудистых, бронхо-легочных, нервно-психических и многих других заболеваниях. Идеальным объектом изучения проблемы внутренней медицины с позиции хрономедицины является язвенная болезнь, с ее суточной и сезонной ритмикой клинических заболеваний. Изучение сезонных ритмов показало, что язвенная болезнь чаще всего обостряется весной и осенью в неустойчивые по погоде периоды.

В значительной мере колебания внешних факторов можно рассматривать как одну из причин развития десинхроза у ослабленных и больных лиц, а признаки десинхроза - как чувствительный индикатор ухудшения общего влияния факторов внешней среды.

Но изменение биологических ритмов является стрессовой нагрузкой не только для больных, но и здоровых. Поэтому трудно переоценить значение детального изучения биоритмов организма для научно обоснованного составления графиков отпусков, для улучшения диагностики и лечения болезней.

Более углубленного изучения требуют вопросы изменения ритмов работы организма при перемене климатических и ландшафтных условий и часовых поясов при дальних полетах и переездах. Для приспособления к новым условиям среды при перемещении человека необходимо изменением ритмов и развитие хронофизиологической адаптации.

## 1.4 Процессы адаптации и акклиматизации

Биологические реакции приспособления или адаптации к погодноклиматическим условиям имеют существенное значение, поскольку обеспечивают возможность существования человека в различных местах Земного шара [1].

Приспособление организма человека к тем или иным климатическим условиям получило название акклиматизация.

Массовые передвижения людей из одних климатогеографических зон в другие и обратно, вызванные характером работы, туризмом, условиям отдыха, курортного лечения, выдвигают задачу - определение влияния на здоровье людей процессов акклиматизации.

Воздействие смены климатических условий вызывает напряжение приспособительных механизмов организма, то есть организм человека испытывает акклиматизационную нагрузку. Она характеризуется изменением состояния функциональных систем организма, охватывающих разные уровни его морфофункциональной организации. Акклиматизационная нагрузка проявляется сдвигом различных функциональных, биохимических, иммунологических и других показателей. Степень напряжения приспособительных реакций зависит от контрастности смены климатических регионов и состояния организма (медико-географический контраст).

Акклиматизация человека возможна во всех географических зонах, но процесс приспособления протекает по-разному. Так, перемещаясь с севера на юг, или с юга на север, человек попадает в новые условия среды, так как сроки сезонов, в различных географических широтах, не совпадают. Когда на юге уже весна, на севере еще бушуют метели; и когда человек попадает в другой сезон, нарушается сезонный ритм общих процессов и физиологических функций. Наиболее заметные нарушения различных процессов при переезде с юга на север

зимой или летом, то есть в условиях полярной ночи или полярного дня. Если перелеты совершаются в направлениях запад-восток, проходит быстрая смена часовых поясов с развитием десинхроз. В связи с этим нужно принимать меры для ускорения хронофизиологической адаптации с учетом индивидуальных особенностей ритмов организма, то есть в зависимости от положения максимума активности, от психофизиологических особенностей человека (пожилые люди хуже адаптируются, чем молодые).

При процессах адаптации и акклиматизации человека имеет место и его постоянное место жительства. В этих случаях при возвращении в привычные условия организм перестраивается быстрее, чем при переезде в новые условия, вне зависимости от направления перемещения. Так у жителей Сибири при перелете в Крым новый суточный стереотип устанавливается медленно, а после перелета обратно он быстро разрушается и устанавливается прежний ритм.

Играет роль и расстояние, на которое перемещается человек, а также скорость перемещения. По мнению ряда авторов, при пересечении двух-трех часовых поясов десинхрозы не развиваются, хотя некоторые исследователи считают, что значение имеет уже двухчасовой сдвиг.

Быстрое перемещение оказывает более выраженное влияние на ритмическую деятельность организма, чем медленное. Например, скорость перемещения, равная половине часового пояса в сутки, является критической для суточного ритма температуры тела. В этом случае фаза суточной температуры кривой отстает от фазы перемещения.

Надо заметить, что акклиматизация - это процесс не только биологический, но и социальный. И в формировании реакций адаптации и акклиматизации, наряду с выработкой приспособительных реакций организма, существенная роль принадлежит социальным факторам: условиям быта, труда, питания и другое.

Для прогнозирования течения адаптации при переезде из одного пункта в другой В.Г. Бокша предложил индекс акклиматизационной нагрузки [1]. С математической точки зрения смена человеком прежнего (привычного) на новый (непривычный) климат несет определенную информацию и сопровождается

нагрузкой, которая определяется различием климатов. Чем контрастнее смена климатов, тем объемнее информация, тем сильнее выражено напряжение (стресс) адаптационных механизмов и тем больше риск возникновения отрицательных реакций дизадаптации. В качестве показателей ИАН предполагается взять среднюю информацию для различия в пользу нового климата против прежнего:

$$I = I(p: \bar{p}) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot 1.433 \ln \frac{p_i}{\bar{p}_i} \quad (0 < p_i; \bar{p}_i \leq 1, \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n \bar{p}_i = 1) \quad (1.1)$$

где  $I$  - информация различения климатов, в битах (1 бит = 100%),  
 $p_i$  и  $\bar{p}_i$  - вероятность появления  $i$ -го класса погоды соответственно в новом и прежнем климате.

Величина  $I$  обладает чисто математическими свойствами:

- она никогда не принимает отрицательных значений и обращается в нуль только при тождественности сравниваемых климатов;
- информация различения по независимым признакам равна сумме информации различения по каждому из признаков отдельно;
- информация различения не симметрична относительно сравниваемых климатов, она весьма велика для таких климатов, в которых весьма редко наблюдались погоды, типичные для нового климата.

## Глава 2. Оценка погоды для медицинских целей

### 2.1 Биоклиматические индексы

Для медицинских целей очень важно оценить погоду с точки зрения ее влияния на организм человека, при этом особое значение имеет установление причинно-следственных связей между изменением климато-погодных факторов и патологическими реакциями и состояниями. Медицинская оценка погод является важным условием повышения эффективности лечения больных, то есть одним из важных организационных принципов климатотерапии.

Как уже говорилось, на человека влияет весь комплекс гелиофизических и метеорологических факторов, погода в целом. Поэтому и оценивать ее нужно комплексно на основе методов комплексной климатологии [3,4,7,11,12]. Существует множество классификаций погод, основанных на различных принципах. Однако малое число их нашло применение в медицинской оценке климата, так как они страдают большой долей субъективизма (берутся абстрагированные географические районы и над ними рассматриваются атмосферные процессы), преобладанием региональных взглядов, отсутствием единого рабочего метода. Традиционные климатические классификации не дают достаточного количества информации для целей биометеорологии. Поэтому биоклиматологические классификации должны быть индивидуальными и усовершенствованными как по регионам, так и по определенным видам патологии.

При невозможности использовать в медицинских целях традиционные классификации климата и погод решить проблему может оценка погодных условий с помощью биометеорологических индексов, непосредственно связанных с определенной патологией и отражающих влияние погоды на человека [13,14,17].

Каждый биоиндекс должен отражать влияние среднего состояния атмосферы в определенном месте, и показывает для каждого патологического синдрома

пороги риска, при превышении которых органическая система может оказаться в стрессовой ситуации.

Биоклиматические индексы в физическом отношении характеризуют особенности тепловой структуры среды и являются косвенным индикатором состояния теплового поля, окружающего человека. В состав биоклиматических индексов могут входить различные метеовеличины: температура и влажности воздуха, скорость ветра, характеристики облачности и радиации. Такие индексы отражают теплоощущение человеческого организма и состояние комфортности (дискомфортности) окружающей среды.

Одним из старейших индексов является эффективная температура - это температура неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром. Она определяется по формулам А. Миссенарда [4]:

$$ЭТ = T - 0,4 (T - 10) \left(1 - \frac{RH}{100}\right) \quad (1.2)$$

где, ЭТ – эффективная температура; T – температура сухого термометра;  
RH – относительная влажность.

Учет скорости ветра при оценке тепловой чувствительности возможен с помощью показателя ET:

$$ET = 37 - \frac{37-T}{0,68-0,0014RH + \frac{1}{1,76+1,4v^{0,75}}} - 0,29T\left(1 - \frac{RH}{100}\right) \quad (1.3)$$

где, V - скорость ветра, м/с

37 – температура человеческого тела, °С.

Ценность ET, как биоклиматического показателя, состоит в том, что его можно использовать как для тёплого, так и для холодного сезона года.

Для классификации ET наиболее важным является ее пороговое значение, равное 24°C. Предельное же значение пороговой тепловой нагрузки может быть получено при ET=30°C. При достижении этого значения у человека отмечается совершенно очевидное ослабление физических и умственных способностей. При ET ниже 24°C тепловой комфорт внутри помещений наблюдается в диапазоне от 17 до 21°C. Для оценки теплоощущения человека при отрицательных температурах выявлены такие теплоощущения как прохладно (0°C), холодно (0 ... - 6), очень холодные (- 12... - 18), угроза обморожения (- 24 ... - 30).

В России ET соответствует величина, которая называется эквивалентно-эффективной температурой (ЭЭТ). Эквивалентно-эффективная температура является комплексным показателем теплоощущения человека, которая складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры и влажности, влажности и скорости ветра. Определяется она с помощью специальных номограмм по известной температуре сухого и смоченного термометров. Эта температура служит для медико-метеорологической оценки местности.

Некоторые эмпирические показатели подтверждают величину ET. Для оценки условий тепла существует два индекса дискомфорта (DI): первый, разработанный Е. Томом, имеет вид [5]:

$$DI = 0,4 (T + T_{см}) + 4,8 \quad (1.4)$$

а второй по Дж. Тенненбауму:

$$DI = \frac{T + T_{см}}{2} \quad (1.5)$$

где, T и T<sub>см</sub> - температура сухого и смоченного термометра, °C.

Оба индекса при отсутствии ветра и одинаковых тепловых нагрузках имеют наибольшее отклонение от порогового значения ET, равного 24°C.

На основе ЭЭТ также существуют различные модификации, дополнительно учитывающие поглощенную радиацию, степень защищенности одеждой и другие факторы.

В различных регионах Земного шара существуют свои индексы, подобные рассмотренным выше, для оценки степени дискомфорта. Эти индексы в основном также строятся на учете температурно-влажностного комплекса.

Одним из наиболее известных критериев оценки суровости зимней погоды является критерий Бодмана, определяемый по выражению[6]:

$$S = (1 - 0,004t) \cdot (1 + 0,272 V) \quad (1.6)$$

где:  $V$  - скорость ветра, м/с;

$t$  - температура воздуха, °С;

$S$  – суровость (жесткость) погоды в условных единицах.

Существуют следующие градации суровости зим:

- $S < 1$  — зима не суровая, мягкая;
- $S = 1:2$  — малосуровая
- $S = 2:3$  - умеренно суровая;
- $S = 3:4$  - суровая;
- $S = 5:6$  - очень суровая;
- $S = 5:6$  - жестко суровая;
- $S > 6$  - крайне суровая.

Еще один количественный критерий оценки погод был предложен Хиллом [7]:

$$H = (0,14 + 0,47V) (36,5 - T) \quad (1.7)$$

где:  $V$ - скорость ветра, м/с;

T- температура воздуха, °C;

Условия комфорта характеризуются значениями N, находящиеся в пределах от 5 до 8. Если  $N > 15$ , то климатические условия оцениваются как холодные, а при N более 20 условия считаются экстремально холодными. Если  $N \leq 3$ , то условия жаркие.

Исследования показывают, что на организм больного человека существенно влияет не обычный ход, а частые, непериодические, контрастные изменения погоды в целом. В.И.Русанов [11], предложил индекс изменчивости погоды. Было принято, что в сам индекс не должен входить показатель, характеризующий состояние больного. Однако индекс должен отражать частоту появления патологических реакций у больных и циркуляционные процессы в атмосфере, обуславливающие изменение погоды в целом.

Сделав эти предположения, индекс изменчивости погоды можно описать формулой:

$$K = \frac{M_k}{N} \quad (1.8)$$

где: K- индекс изменчивости погоды, %;

$M_k$ - число контрастных смен периодов с однотипной погодой;

N- число дней в рассматриваемом периоде.

Ежедневная смена контраста погоды принята до 100%.

Частота патологических реакций у больных прямо пропорциональна индексу K.

В результате проведенных исследований Байбаков с соавторами на основе индекса K и числа дней с контрастно изменчивостью погоды в месяц (N) установили следующие градации изменчивости погоды:

- очень устойчивая погода  $0 < K < 20\%$ ,  $N < 7$
- устойчивая погода  $21 < K < 35\%$ ,  $7 < N < 10$
- изменчивая погода  $36 < K < 50\%$ ,  $11 < N < 15$
- сильно изменчивая погода  $K > 50\%$ ,  $N > 15$

В.И.Русанов, придавая решающее значение изменчивости метеофакторов, предложил их в основу динамическую классификацию погод, в основу которой положены суточная изменчивость температуры и суточная изменчивость давления:

- клинически благоприятные погоды (характеризуются межсуточным увеличением давления и температуры);
- клинически менее благоприятные (характеризуются межсуточным понижением давления и температуры);
- клинически неблагоприятные погоды (характеризуются сочетанием межсуточного повышения температуры и межсуточного понижения давления);
- очень неблагоприятные погоды (характеризуются сочетанием межсуточного понижения температуры и межсуточным повышением давления).

## 2.2 Индекс патогенности погоды

Это количественная оценка степени раздражающего действия погоды на основе учета комплекса метеорологических факторов. Оценка погоды посредством определения клинических индексов является, по существу, оценкой степени патогенности той или иной конкретной метеорологической ситуации по отношению к организму человека [1,5,13].

Параметрами патогенности являются междусуточные изменчивости и отклонения основных метеорологических элементов от их средних или оптимальных значений, которые являются обычными для организма и не вызывают отрицательных реакций.

Индекс патогенности определяется как математическая функция параметров погоды. Метеорологические, гелио- и геофизические факторы рассматриваются как возмущения, оказывающие слабое, по сравнению с факторами внутренней среды организма человека, определяющими течение заболевания, воздействия. При оптимальных значениях метеорологических показателей или нулевых значениях патогенных параметров погода не вызывает отрицательных реакций, а

изменение любого параметра в том или ином направлении увеличивает индекс погоды и пропорционально ему риск отрицательных реакций.

Индекс патогенности (индекс погоды) является суммой частных индексов патогенности, каждый из которых пропорционален квадрату параметра патогенности, отражающему состояние погоды по среднесуточной температуре, влажности воздуха, скорости ветра, облачности, межсуточной изменчивости атмосферного давления и температуры. При возможности также учитывается индекс патогенности импульсного электромагнитного поля, солнечной активности. Для параметров патогенности, при которых функция распределения вероятностей существенно отличается от нормальной (например, для относительной влажности), частный индекс представлен не квадратичной функцией.

С точки зрения информации величина индекса погоды выражает «неожиданность погоды». Чем реже встречается совокупность факторов, характеризующих конкретную погоду, тем она неожиданнее, тем сильнее погодная нагрузка и велик индекс погоды.

Оптимальные значения параметров патогенности, при которых возникает минимальные метеопатические реакции: температура воздуха - 18°C, относительная влажность воздуха - 50%, штиль, количество облачности - 0 баллов, межсуточное изменение атмосферного давления — 0 [гПа/сут], межсуточное изменение температуры - 0°/сут.

Общий индекс патогенности складывается из индекса патогенности по метеорологическим факторам и индекса патогенности по гелио- и геофизическим факторам, которые в свою очередь состоят из частных индексов.

Для определения частных индексов предложены соответствующие формулы.

Индекс патогенности по температуре воздуха:

$$i_t = 0,02(18 - T)^2 \text{ при } T \leq 18^\circ\text{C} \quad (2.1)$$

$$i_t = 0,02(T - 18)^2 \text{ при } T \geq 18^\circ\text{C} \quad (2.2)$$

где: T- среднесуточная по температуре воздуха, в °С.

Индекс патогенности влажности воздуха:

$$i_h = 10 \frac{h-70}{20} \quad (2.3)$$

где: h- среднесуточная влажность воздуха, в %.

Индекс патогенности по скорости ветра:

$$i_v = 0.2 V^2 \quad (2.4)$$

где: v- среднесуточная скорость ветра, м/с.

Индекс патогенности по облачности:

$$i_n = 0.06 n^2 \quad (2.5)$$

где:  $n = 10 - \frac{s_\phi}{s_m}$  - облачность по гелиографу;

$s_\phi$  - продолжительность солнечного сияния фактическая;

$s_m$ - продолжительность солнечного сияния максимально возможная.

Индекс патогенности по изменению атмосферного давления:

$$i_{\Delta p} = 0.06(i_{\Delta p})^2 \quad (2.6)$$

где:  $\Delta p$  - межсуточное изменение атмосферного давления, в гПа/сут.

Индекс патогенности по изменению температуры воздуха:

$$i_{\Delta T} = 0.03(\Delta T)^2 \quad (2.7)$$

где:  $\Delta T$  - межсуточное изменение температуры воздуха, в  $^{\circ}\text{C}/\text{сут}$ .

Индекс патогенности по импульсному электромагнитному полю атмосферы:

$$i_e = 0.4e^2 \quad (2.8)$$

где:  $e$  - число импульсов электромагнитного поля атмосферы, которое больше  $10\text{Вт}/\text{м}$  за сутки (на частоте  $10 \pm 0,5$  Гц).

Индекс патогенности по геомагнитному полю атмосферы:

$$i_m = 0.002(\Delta m)^2 \quad (2.9)$$

где:  $m$  - суточное колебание (разность между максимумом и минимумом) горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля;  $\Delta m$  - ее межсуточная изменчивость.

Индекс патогенности по солнечной активности:

$$i_{ca} = 0.02(\Delta S)^2 \quad (2.10)$$

где:  $\Delta S$  - межсуточное изменение среднего радиоизлучения Солнца на частоте  $3100$  МГц, в  $10\text{-}22 \text{Вт}/\text{м}^2\text{Гц}^{-1}$ .

Коэффициент  $0,02$  относится к периодам со средней солнечной активностью, в годы с максимальной солнечной активностью он равен  $0,01$ , с минимальной -  $0,05$ .

Индекс патогенности по основным метеорологическим, факторам имеет вид:

$$I_1 = i_t + i_h + i_v + i_n + i_{\Delta p} + i_{\Delta T} \quad (2.11)$$

Индекс патогенности по гелио- и геофизическим факторам имеет вид:

$$I_2 = i_e + i_m + i_{ca} \quad (2.12)$$

Общий индекс патогенности складывается из двух вышеназванных.

В зависимости от величины общего индекса погодные условия оцениваются как:

- оптимальные при  $0 < I < 19$ ,
- раздражающие при  $20 < I < 49$ ,
- острые при  $I > 50$ .

В случае отсутствия данных о солнечной системе и геомагнитной активности, импульсного электромагнитного поля атмосферы для вычисления индекса патогенности используются лишь основные метеорологические показатели. При этом приняты следующие градации индекса:

- $I = 0 \dots 9$  - оптимальная погода;
- $I = 10 \dots 24$  - раздражающая погода;
- $I = 25$  и более - острая погода.

Указанные градации индексов были определены на основе изучения метеопатических реакций у различных больных. Исследования показали, что с увеличением отклонения скорости ветра, облачности, изменчивости температуры от оптимальных значений число возникающих реакций пропорционально не отклонению параметра от оптимального значения, а, как уже говорилось, квадрату этого отклонения. При отклонении изменчивости давления от оптимального значения число реакций также увеличивается пропорционально квадрату отклонения, но только в том случае, если атмосферное давление падает. Повышение атмосферного давления не сопровождается выраженным увеличением числа реакций. Этот вывод не является случайным. Снижение атмосферного давления обычно свидетельствует о приближении циклона или атмосферного фронта, повышение свидетельствует о приближении антициклона с преобладанием сухой и малооблачной погоды. При количественной разработке индекса влажности квадратичная зависимость будет заменена экспоненциальной.

При раздражающих погодах вероятность возникновения отрицательных реакций вдвое больше, чем при оптимальных, а при острых - втрое больше, чем при раздражающих.

Увеличение индекса всегда связано с более или менее резкими изменениями того или иного метеоэлемента или совокупности нескольких погодных параметров. Следовательно, суммарный индекс не указывает на характер изменения погоды, а показывает лишь степень раздражающего действия. Например, индекс может быть равен 25 при оптимальной температуре (13 - 19°C), но при сильном ветре (11м/с) и высокой влажности воздуха (около 98%, туман). Таким образом, при индексе равном 25 и более, погода является неблагоприятной, хотя и в различной степени для различных контингентов людей.

Анализируя суммарный индекс погоды, можно установить за счет, какого из метеорологических или гелио- и геофизических элементов (или их совокупности) он увеличивается, то есть выявить характер изменения погоды.

Это очень важно, так как, признавая влияние погоды на организм в целом, нельзя отрицать ведущей роли в возникновении отрицательных реакций отдельных метеорологических элементов.

Индекс погоды является дополнительной и весьма ценной информацией, необходимой для медицинской оценки погоды и ее патогенности.

### 2.3 Интегральный показатель нагрузки

Интегральный показатель нагрузки, разработанный В.А.Матюхиным и Э.Ю.Кушниренко [10], представляет собой индекс, который позволяет производить комплексную количественную оценку воздействия факторов внешней среды на организм человека.

В своей работе авторы предлагают простейшую математическую модель, позволяющую количественно оценить те требования, которые среда предъявляет к организму человека, и учесть изменения этих требований при перемещении человека в новые природно-климатические условия.

В рамках интенсивно развивающегося сейчас системного подхода коренного жителя данной климатогеографической области со сложившимся

физиологическим стереотипом показателей и функцией организма было предположено рассматривать как систему. Климатические, географические, геофизические и другие факторы внешней среды, непосредственно влияющие на состояние системы, характеризуют набором параметров  $(x_1, \dots, x_n)$ . Для каждой конкретной задачи выбор параметров набора должен быть физически обоснован: в простейшем варианте математической модели предполагается, что эти параметры независимы в математическом смысле. Необходимость для системы реагировать на воздействия факторов внешней среды характеризуют функцией  $K(x_1, \dots, x_n)$ . Отмечается, что эта функция характеризует те требования которая предъявляет среда к организму, но отнюдь не конкретный вид этой реакции.

Среди множества параметров  $x_1, \dots, x_n$  определим такие значения  $x_{01}, \dots, x_{0n}$  при которых воздействия на систему со стороны среды будут минимальными (это могут быть, например, комфортные условия жилища для таких параметров как температура и влажность воздуха). В первом приближении примем, что относительное изменение функции  $K(x_1, \dots, x_n)$  пропорциональна разности  $x_i - x_{0i}$  (для некоторых параметров в соответствии с их физиологической значимостью эта зависимость может быть иной).

Таким образом,

$$\frac{\Delta K(x_1, \dots, x_n)}{K(x_1, \dots, x_n)} \approx \Delta x_i(x_i, \dots, x_{0i}) \quad (2.13)$$

Соответствующее дифференциальное уравнение в частных производных имеет вид:

$$\frac{1}{K(x_1, \dots, x_n)} \cdot \frac{\partial K(x_1, \dots, x_n)}{\partial x_i} = - \xi_i(x_i, \dots, x_{0i}) \quad (2.14)$$

где;  $\xi_i$  - коэффициент пропорциональности.

Решением такого уравнения является:

$$K(x_1, \dots, x_n) = G(x_i, \dots, x_n) \exp[-(x_i - x_{0i})^2 / (2\xi_i^2)] \quad (2.15)$$

где:  $G(x_i, \dots, x_n)$  - функция отклика системы, зависящая от всех параметров за исключением  $x_i$

$\exp[-(x_i - x_{0i})^2 / (2\xi_i^2)]$  - экспоненциальный множитель, представляющий собой зависимость  $K(x_1, \dots, x_n)$  от параметра  $x_i$ ;

$\xi_i = 1/\sqrt{\epsilon_i}$  - масштабный множитель, имеющий размерность параметра  $[x_i]$

Величина  $\xi_i$  может быть различной для  $x_i < x_{0i}$  и  $x_i > x_{0i}$ . С помощью  $\xi_i$  определяется масштаб допустимых отклонений параметра  $x_i$ , то есть область «нормальных» или «привычных» климатических воздействий.

Для  $n$  переменных функция  $K(x_1, \dots, x_n)$  будет решением системы  $n$  уравнений вида:

$$K(x_1, \dots, x_n) = \prod_{m=1}^n \exp [ - (x_{im} - x_{0m})^2 / (2\xi_m^2) ] \quad (2.16)$$

При дальнейшем рассмотрении многопараметрическую функцию  $K(x_1, \dots, x_n)$  из формулы (2.16), взятую как среднегеометрическое по всем  $n$  параметрам, будем называть интегральным показателем нагрузки (ИПН). При  $x_i = x_{0i}, \dots, x_n = x_{0n}$  значение ИПН в этой точке равно 1, это значит, что требования, предъявленные к системе со стороны внешней среды, минимальные. Уменьшение ИПН свидетельствует о том, что воздействие на систему возрастает.

Вероятностный характер адаптации, то есть приспособленность коренных жителей данного региона к наиболее часто встречающимся значениям метеопараметров в данное время года, легко учесть, вычислив возможные значения  $\delta K(x_1, \dots, x_n)$  при отклонениях параметров  $x_1, \dots, x_n$  от их средних значений на величину среднеквадратического отклонения  $\delta x_1, \dots, \delta x_n$  для каждого параметра. При этом значения  $\delta K(x_1, \dots, x_n)$  для каждой временной точки определяются как ошибка функции  $n$  переменных при случайных отклонениях этих переменных от их средних значений с дисперсией  $\sigma_{x_i}$ . Для нетипичных для данного места или крайне редких значений параметра  $x_i$  ИПН становится меньше значения  $K(x_1, \dots) - \delta K(x_1, \dots)$  и, таким образом свидетельствует о том, что среда предъявляет необычные требования.

В качестве существенных параметров авторами были взяты среднемесячные значения тех метеопараметров, которые влияют на тепловое значение человека: температура воздуха, абсолютная влажность воздуха, скорость ветра, солнечное сияние, амплитуда среднемесячных температур, амплитуда среднемесячных

значений влажности - всего шесть параметров. По известным среднеквадратичным отклонениям всех параметров от их средних значений был определен возможный разброс ИПН. Для определения границ «зон внешних нагрузок» были выбраны следующие численные значения ИПН:

- зоны региональной нормы  $0,882 < \text{ИПН} < 1$ ;
- зона привычных отклонений  $0,778 < \text{ИПН} < 0,882$ ;
- зона функциональных напряжений  $0,606 < \text{ИПН} < 0,778$ ;
- зона редких воздействий  $0,378 < \text{ИПН} < 0,606$ ;
- зона крайне редких воздействий  $\text{ИПН} < 0,378$ .

К зонам 1 и 2 относятся все значения ИПН, соответствующие как средним значениям метеопараметров, так и значение, отклоняющимся от средних на  $\pm \sigma_{\text{х}}$ . Для здоровых людей климатические нагрузки, лежащие в пределах  $0,778 < \text{ИПН} < 1$ , вполне обычны как при смене времен года, так и при переезде. Значения ИПН, лежащие в зоне 3, могут иметь место либо в совершенно необычные погодные условия (у коренных жителей), либо при переезде в новые природно-климатические зоны (для мигрантов). Оценивая возможности человека в такие климатогеографические условия, где ИПН от 0,378 до 0,606, можно прогнозировать значительное функциональное напряжение организма. Пребывание в зоне 5, где значение ИПН меньше 0,378, даже для здоровых людей должно быть ограничено во времени и требует специального медицинского контроля.

Взятые при вычислениях ИПН средние значения сглаживают реальные погодные ситуации, но, тем не менее, модель позволяет в первом приближении оценить нагрузки на организм человека как при постоянном проживании в данной зоне, так и при миграциях.

### Глава 3. Оценка взаимодействия метеорологических факторов на организм человека в различных климатических условиях

#### 3.1 Оценка степени комфортности условий для человека

Для оценки воздействия факторов внешней среды на тепловое состояние человека нами были использованы биоклиматические индексы широко используемые в мировой практике, в частности, биоклиматический индекс ЕТ, характеризующий степень комфортности человеческого организма к комплексу температурно-влажностно-ветровых условий.

В основу исследований положены результаты осреднённых, многолетних наблюдений на метеостанции Алексин за 20 лет прошлого века: с 1950 по 1969 год и текущего двадцатилетия: с 1998 по 2017 год. Источниками фактических данных послужили ежемесячники, климатические справочники и архивные материалы учебной метеорологической станции Алексин [15].

Результаты расчётов эффективной температуры ЕТ для двух выбранных периодов представлены на рисунке 3.1.

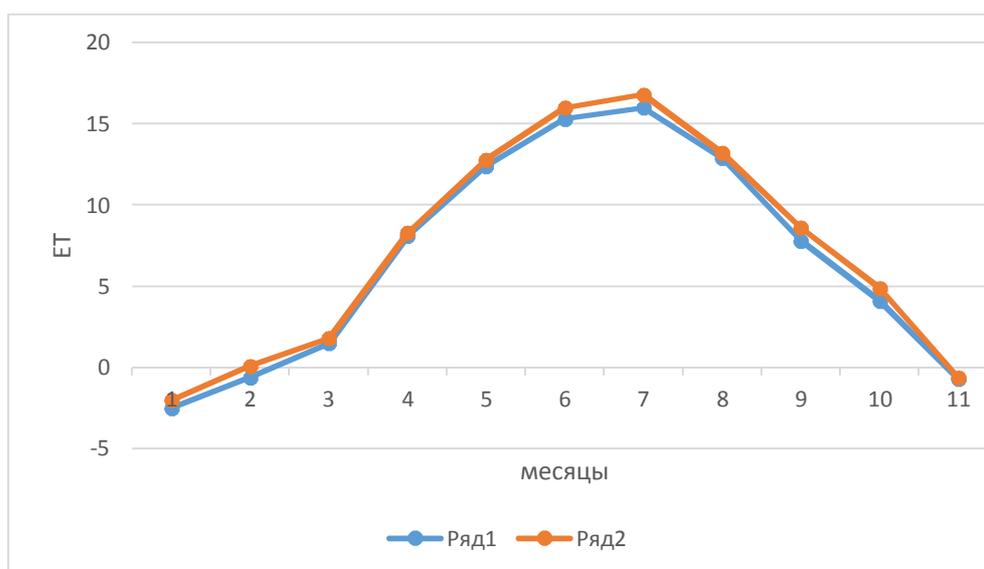


Рис. 3.1 Годовой ход эффективной температуры ЕТ: 1-й ряд 1950 – 1969гг., 2-й ряд 1998 – 2017гг.

Годовой ход ЕТ для исследуемых периодов оказался одинаковым в отношении минимумов и максимумов. Минимумы эффективной температуры наблюдались в январе, максимумы в июле. Однако видно, что продолжительность зоны комфорта несколько увеличилась. Из рисунков можно определить периоды времени года соответствующие различным теплоощущениям человека. Видно, что наибольшее значение ЕТ приходится на летние месяцы. Зоны комфортных условий для организма человека, по классификации указанной в разделе 2, составили для первого периода 123 дня, а для текущего двадцатилетия 128 дней.

Оценка климатических условий с теплоощущениями человека в зимний период показывают, что значение ЕТ достигали значения 2.5 в первый период и 2.3 во второй, что позволяет оценить погоду как «очень прохладную», однако в текущем двадцатилетии зимние условия стали несколько мягче.

Для более детальной оценки степени суровости зимних условий были рассчитаны индексы жестокости погоды Бодмана. Для зимних условий Алексина показатель Бодмана S оказался в пределах 2 – 3 балла, позволяет оценить суровость зимних условий как «умеренно суровые».

Рассматривая теплоощущение человека в различных условиях можно считать, что концепция комфорта с чисто метеорологической точки зрения хорошо согласуется с образом жизни в городах. При высоких значениях индекса комфорта жители городов находят собственные способы для уменьшения дискомфорта тепловой нагрузки, например, начинать работу утром (в 7 часов) и заканчивать днём в (14 часов). В таких городах обычно носят лёгкую одежду, а в помещениях широко используют кондиционеры для создания комфортных условий. При дискомфортных условиях в зимние месяцы используют различные способы обогрева организма: отопление, увеличение теплозащитных свойств одежды, увеличение физической нагрузки и др. кроме того, существует связь ЕТ самого холодного месяца с возможными потерями рабочего времени за холодный период при работе на открытом воздухе, что позволяет использовать эту информацию для биоклиматического районирования по приведённым градаци-

ям, которые согласуются с гигиеническими показателями суровости погодных условий.

### 3.2 Оценка индекса патогенности погоды

Поскольку на самочувствие здорового и больного человека наиболее существенное значение оказывают непериодические, контрастные изменения погоды, для их оценки разработаны комплексные метеорологические индексы, отражающие потенциальную возможность появления патологических реакций в организме человека от интегрального действия всех элементов погоды и климата. Расчёты таких индексов выполняется на основе сопоставления качественных оценок степени «раздражения человеческого организма» с особенностями текущей погоды или климата обычно с учётом сезона.

Индекс патогенности определялся для Алексина для всех месяцев года за два периода: первый с 1950г. по 1969г., второй с 1998г. по 2017г.. В качестве исходной информации использовались данные о среднесуточных значениях температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра, количестве облачности, о межсуточной изменчивости атмосферного давления и межсуточной изменчивости температуры воздуха. При вычислениях были взяты их среднемесячные многолетние значения из архивных данных учебной метеорологической станции Алексин.

Были рассчитаны частные индексы патогенности по перечисленным выше параметрам и суммарный индекс патогенности по основным метеорологическим факторам. Расчёты производились по формулам (2.1 - 2.11). Полученные значения представлены в таблицах 3.1; 3.2.

Анализируя таблицы 3.1; 3.2 видно, что наибольшее значение индекса погоды, а, следовательно и раздражающее воздействия погоды на организм человека приходится на зимние месяцы. При этом основную роль играет температура воздуха, ветер, влажность и облачность. Роль межсезонных изменений температуры и давления малы.

Таблица 3.1

Значения частных индексов патогенности по основным метеорологическим факторам и суммарного индекса погоды для 1950 - 1969гг. по станции Алексин

месяцы	$i_t$	$i_h$	$i_v$	$i_n$	$i_{\Delta p}$	$i_{\Delta t}$	I
1	13,7	7,7	1,3	3,2	3,9	5,0	33,8
2	8,9	6,6	1,7	3,4	3,5	6,0	30,1
3	7,2	1,8	1,9	3,3	1,7	3,3	19,2
4	2,2	4,8	1,3	2,9	1,1	1,1	12,4
5	0,3	4,1	1,4	2,9	0,3	1,1	10,1
6	0,1	3,3	1,4	2,8	0,8	0,8	9,2
7	0,9	2,2	0,9	1,9	0,9	0,3	7,1
8	0,3	1,6	0,7	1,8	1,7	0,5	6,6
9	1,3	2,7	1,5	2,9	2,9	1,3	12,6
10	3,7	2,6	9,9	2,7	2,6	0,9	22,4
11	7,7	7,9	1,6	3,9	2,8	1,5	25,4
12	7,3	8,9	1,9	3,8	2,8	3,1	27,8

Таблица 3.2

Значения частных индексов патогенности по основным метеорологическим факторам и суммарного индекса погоды для 1998 – 2017гг. по станции Алексин

месяц-	$i_t$	$i_h$	$i_v$	$i_n$	$i_{\Delta p}$	$i_{\Delta t}$	I
1	13	7,5	1,6	3,1	3	3,6	31,8
2	8,5	6	1,4	2,9	2,7	2,5	24
3	6,3	1	1,4	2,8	1	1,4	13,9
4	2,1	4	1,4	2,3	1	1	11,8
5	0,1	4	1	1,9	0,9	1,1	9
6	0	3	1	2,1	0,7	1,2	8
7	0,9	2	0,8	1,7	0,8	0,8	7
8	0,2	1,5	0,6	1,7	1,5	0,5	6
9	0,7	2	0,7	2,5	2,4	0,8	9,1
10	3,4	2	10	2,7	2,5	0,9	21,5
11	6,7	7,5	1,1	3	2,8	1	22,1
12	7,1	8,5	1,7	3,1	2,9	2,4	25,7

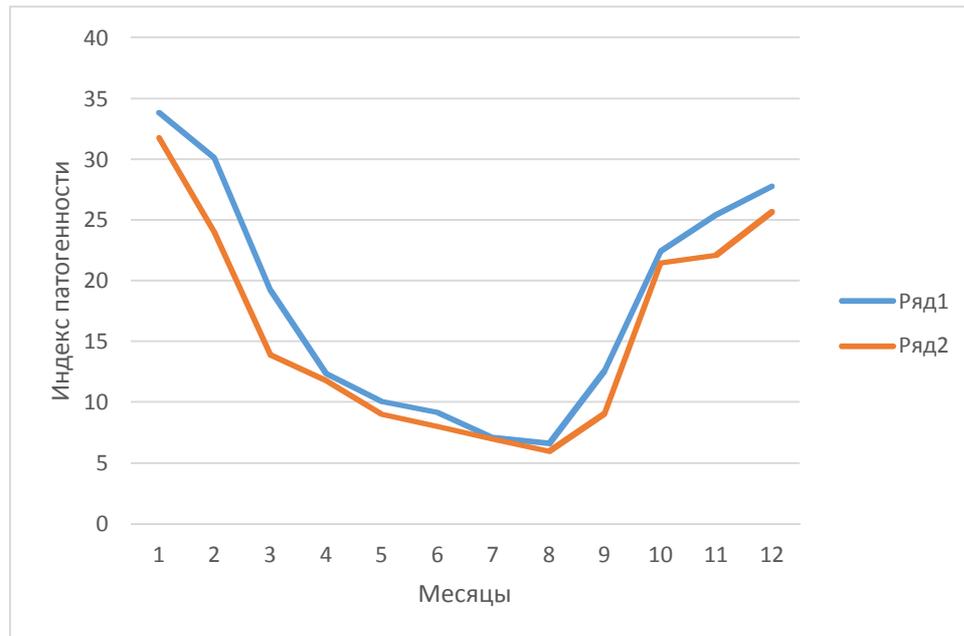


Рис. 3.2 Годовой ход суммарного индекса патогенности I по основным метеорологическим факторам. 1-й ряд 1950 – 1969гг., 2-й ряд 1998 – 2017гг.

На рисунке 3.2 представлен годовой ход суммарного индекса патогенности за два десятилетия по данным станции Алексин. Этот график позволяют определить даты перехода индекса через определённые границы, а, соответственно, и степень раздражительной и щадящей погоды для человека в различные периоды года. ( $I = 0...9$  - оптимальная погода,  $I = 10...24$  - раздражающая погода,  $I = 25$  и более - острая погода (глава 2)). Анализ графиков, показывает, что оптимальная погода наблюдается в основном в летние месяцы. Причем за последнее десятилетие продолжительность комфортных условий значительно увеличилось и распространяется на поздневесенний и раннеосенний периоды, зимней период наблюдается сокращение продолжительности острой погоды.

### 3.3 Оценка интегрального показателя нагрузки метеофакторов на организм человека

При комплексной количественной оценке воздействия факторов внешней среды на организм человека в качестве существенных параметров  $x_i$  были взяты среднемесячные многолетние значения следующих метеорологических величин по архивным данным учебной метеорологической станции Алексин: температура воздуха, относительной влажности, скорости ветра, количества нижней облачности, межсуточной изменчивости температуры и давления воздуха.

Интегральный показатель нагрузки (ИПН) был рассчитан для всех месяцев года. Расчеты ИПН производились по формуле (2.16).

В качестве  $x_{i0}$ , то есть тех значений  $x_i$ , при которых воздействие на человека со стороны природной среды были бы минимальными, выбраны оптимальные значения параметров патогенности вызывающие наименьшие метеопатические реакции. К ним относятся: температура воздуха  $T = 18^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $f = 50\%$ , скорость ветра  $v = 0-4$  м/с., облачность  $n = 0$  баллов, межсуточная изменчивость температуры  $\Delta T = 0^\circ\text{C}$ .

Для нахождения параметров  $f_i$ , с помощью которых определяет область «привычных» климатических воздействий, использовалось соотношение,

$f_i = (x_i - x_{0i})$ , где  $x_i$  представляет собой нетипичные или крайне редкие значения метеовеличин. В работе были использованы следующие нетипичные значения параметров: средний минимум температуры воздуха, средний максимум температуры воздуха, средняя максимальная относительная влажность, средняя наибольшая скорость ветра, максимальное количество облачности, значение редкой межсуточной изменчивости температуры и давления воздуха.

Полученные значения ИПН представлены на рисунке 3.3. Этот график позволяет определить примерные даты перехода показателя через пределы «зон внешних нагрузок» (зоны региональной нормы  $0,882 < \text{ИПН} < 1$ , зона привычных отклонений  $0,778 < \text{ИПН} < 0,882$ , зона функциональных напряжений

0,606<ИПН<0,778, зона редких воздействий 0,378<ИПН<0,606, зона крайне редких воздействий ИПН<0,378).

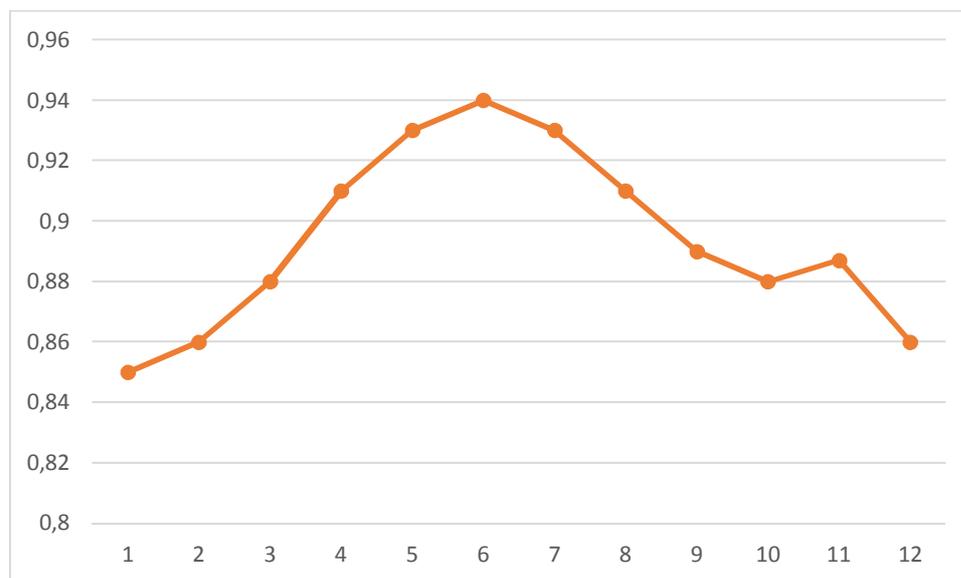


Рисунок 3.3 Годовой ход интегрального показателя нагрузки за последние двадцать лет (1998 – 2017гг.)

Расчёты ИПН показали, что внешние нагрузки на организм человека оказались в зоне региональной нормы и зоне привычных отклонений, что указывает на то, что для здоровых людей такие климатические нагрузки обычны, как при смене времен года, так и при переезде в другие климатические условия. Уменьшение ИПН в холодный период года в основном связано с увеличением относительной влажности воздуха и с понижением ее температуры.

Итак, в результате анализа обоих индексов индекса патогенности I и ИПН можно сделать вывод о том, что наиболее неблагоприятные погодные условия имеют место в холодный период года, когда среда предъявляет большие требования к организму человека и увеличивает риск возникновения отрицательных реакций. Оптимальные погодные условия, оказывающие минимальное воздействие на организм, согласно двум индексам, наблюдаются в теплые месяцы.

## Заключение

В дипломном проекте было рассмотрено влияние погодно-климатических факторов на организм человека в районе метеорологической станции Алексин Тульской области. Выполнена количественная оценка биоклиматических показателей за два периода: 1-й с 1950 года по 1969 год и 2-й с 1998 года по 2017 год, что позволяет судить об изменении адаптационной и акклиматизационной нагрузки на организм человека.

В результате проведённых исследований выполнена оценка теплового состояния человека, индекса патогенности погоды, интегрального показателя нагрузки в текущем двадцатилетии по сравнению с двадцатилетием прошлого века.

В качестве биоклиматического индекса для оценки тепло ощущения человека использовалась эффективная температура ЕТ. Годовой ход ЕТ для исследуемых периодов оказался одинаковым в отношении минимумов и максимумов. Минимумы эффективной температуры наблюдались в январе, максимумы в июле. Однако продолжительность зоны комфорта в текущее двадцатилетие несколько увеличилась. Зона комфортных условий для организма человека, по классификации указанной в разделе 2, составили для первого периода 123 дня, а для текущего двадцатилетия 128 дней. Оценка климатических условий по тепло ощущениям человека в зимний период показывают, что значение ЕТ достигали значения 2.5 в первый период и 2.3 во второй, что позволяет оценить погоду как «очень прохладную», однако в текущем двадцатилетии зимние условия стали несколько мягче.

В качестве второго индекса был использован индекс патогенности, который определяет степень раздражительного действия погоды на человека. Результаты расчётов суммарного индекса патогенности по метеофакторам позволили определить периоды года с разной степенью раздражительности действия погоды и установить метеофакторы, играющие ведущую роль в возникновении отрицательных реакций на организм человека. Анализ графика (рис. 3.2), показывает,

что оптимальная погода наблюдается в основном в летние месяцы. Причем за последнее двадцатилетие продолжительность комфортных условий значительно увеличилось и распространяется на поздневесенний и раннеосенний периоды, в зимний период наблюдается сокращение продолжительности острой погоды.

В качестве третьего индекса был использован интегральный показатель нагрузки (ИПН), численно характеризующий воздействие комплекса метеорологических факторов на состояние человека и определяющий вероятностный характер адаптации, то есть приспособленность коренного жителя данного региона к наиболее часто встречающимся значениям метеопараметров в данное время года. Расчёты ИПН показали, что внешние нагрузки на организм человека оказались в зоне региональной нормы и зоне привычных отклонений, что указывает на то, что для здоровых людей такие климатические нагрузки обычны, как при смене времен года, так и при переезде в другие климатические условия. Уменьшение ИПН в холодный период года в основном связано с увеличением относительной влажности воздуха и с понижением ее температуры.

Итак, в результате анализа обоих индексов индекса патогенности I и ИПН можно сделать вывод о том, что наиболее неблагоприятные погодные условия имеют место в холодный период года, когда среда предъявляет большие требования к организму человека и увеличивает риск возникновения отрицательных реакций. Оптимальные погодные условия, оказывающие минимальное воздействие на организм, согласно двум индексам, наблюдаются в теплые месяцы.

## Список использованных источников

1. Бокша, В.Г. Медицинская климатология и климатотерапия [Текст] / В.Г. Бокша, Б.В. Богуцкий - Киев: Здоровья, 1980-262с.
2. Борисенков, Е.П. Сбор материалов, метеорологических наблюдений и оценка воздействия метеорологических величин на здоровье человека [Текст] / Е.П. Борисенков/ Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека).- 1988 - Т. 1.-С.6-34.
3. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии [Текст] / Головина Е.Г., Русанов В.И. - СПб.: Изд. РГГМИ, 1993.-90с.
4. Данилова Н.А. Климат и отдых в нашей стране[Текст] / Данилова Н.А. - М.: Мысль, 1980-156с.
5. Исаев А.А. Экологическая климатология - Москва. Научный Мир 2001
6. Деряпа Н.Р. Биоклиматические аспекты здоровья населения: метеотропные болезни - Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Деряпа Н.Р. - Т.1-Л.: Гидрометиздат, 1988.-с.68-82.
7. Данилова Н.А. Природа и наше здоровье [Текст] / Данилова Н.А. - М.: Мысль, 1977.-273с.
8. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Еремина Л.В., Комаров А.В. Хронобиологический подход к изучению влияния погодных факторов на здорового и больного человека - Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Еремина Л.В., Комаров А.В. - т.2-Л.: Гидрометиздат, 1988.-С.33-37.
9. Климат Ленинграда. - Л.: Гидрометиздат.
10. Матюхин В.А., Кушниренко Э.Ю. Комплексная количественная оценка воздействия факторов внешней среды на организм человека. — Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Матюхин В.А., Кушниренко Э.Ю, — т.2-Д.: Гидрометиздат. - 1988.-с41-46.

11. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей [Текст]: уч. пособие. - Томск: Изд. ТРУ, 1981.- 86с.

12. Русанов В.И. Климат и здоровье человека - Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Русанов В.И., - Т.2.-Л.: Гидрометиздат. - 1988.- с. 106-г 101.

13. Серрентино У. Метеорологические и климатологические индексы и их использование в связи с климатической и биоклиматическрь классификацией. - Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Серрентино У. -т.1 - Л.: Гидрометиздат, 1988.- с.160-173,

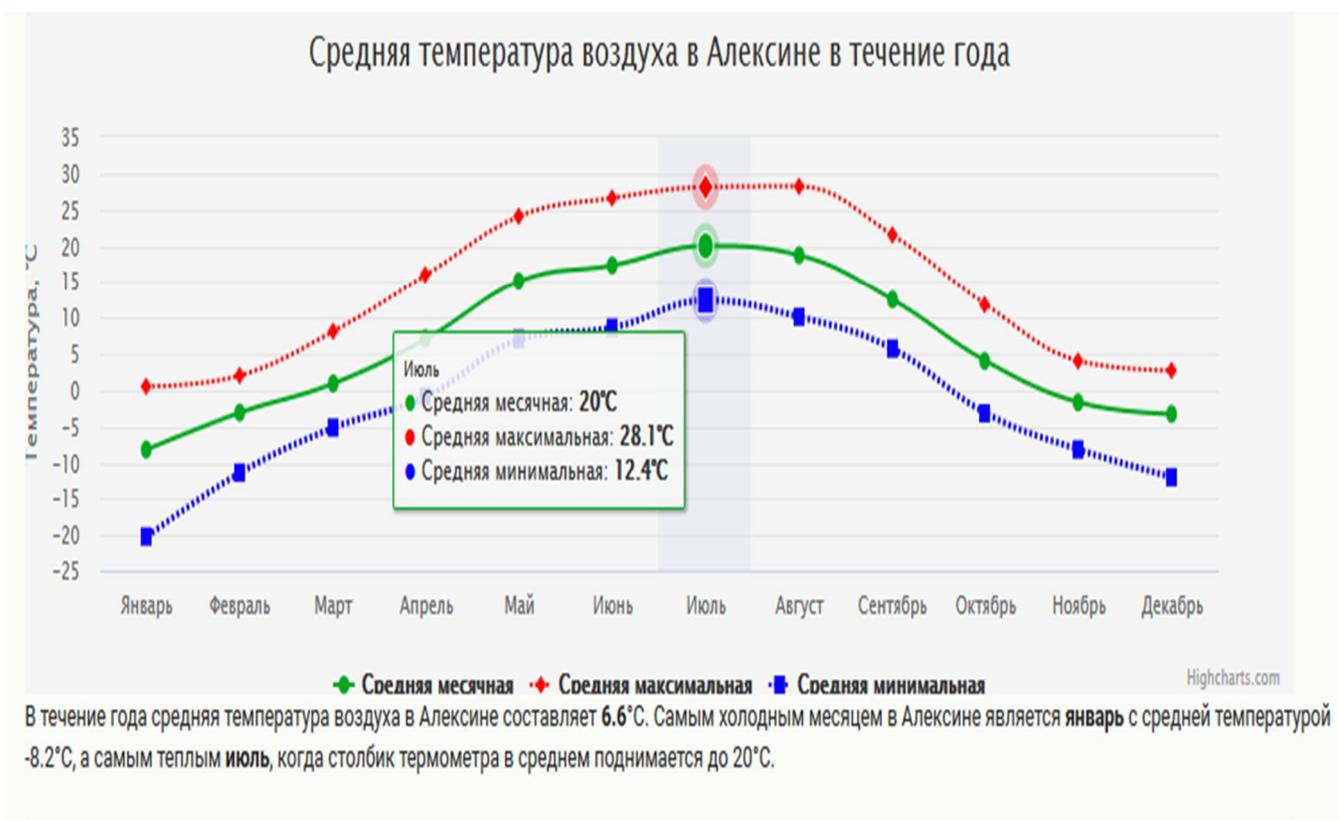
14. Хентшел Р. Крупномасштабная и локальная классификация климата с точки зрения биометеорологии человека, - Труды Международного симпозиума ВМО /ВОЗ/ ЮНЕП (Климат и здоровье человека) [Текст] / Хентшел Р. - Т.1-Л.: Гидрометиздат, 1988.- с. 139= 160.

15. Научно-прикладной справочник по климату СССР / Под ред. . - Л.: Гидрометиздат, 1988.Н.С. Смирнова

16. Интернет: <http://www.cgms.ru>

17. Интернет: <http://www.ecologylife.ru>





### Приложение 3

